

A⁶⁶ 48. =

BHS II F 19-1



Boytag

zur chemischen Kenntnis

des

plasmae

Carl Christian Grieschowski

Apotheker in Gießen

Verlag

Verlag

Verlag

Verlag

1818

Beyträge
zur chemischen Kenntnifs
des
Pflanzenlebens

von
Carl Christ. Grischow,
Apotheker in Stavenhagen.

Erstes Stück.

Leipzig,
bey Johann Ambrosius Barth.
1819.

Physikalisch - chemische
Untersuchungen

über

die Athmungen der Gewächse

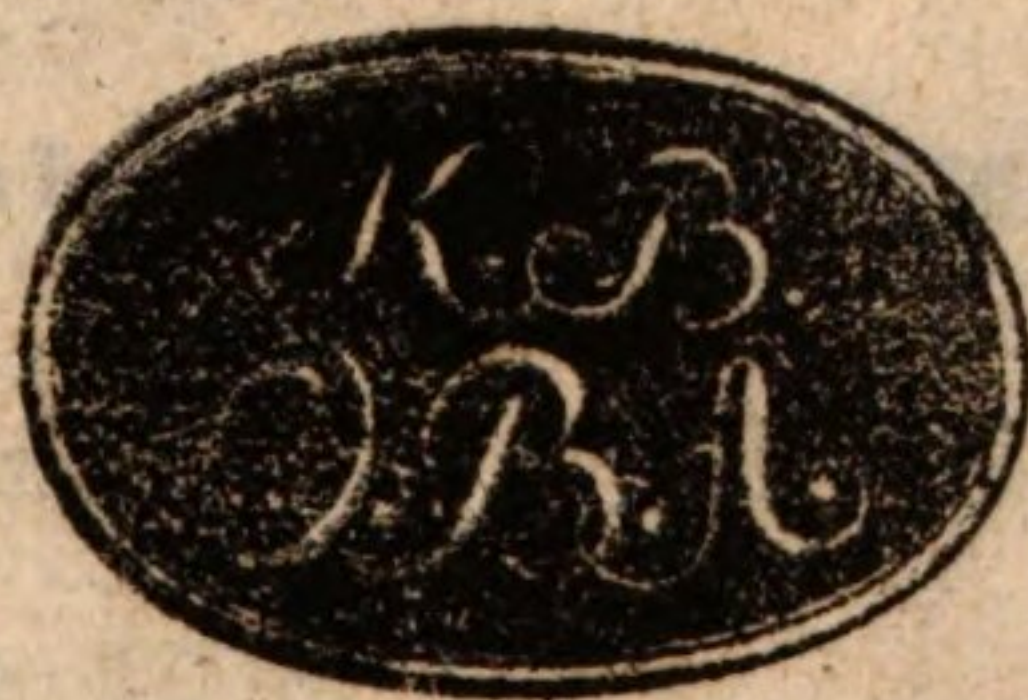
und

deren Einfluß auf die gemeine Luft.

von

Carl Christ. Grischow,

Apotheker in Stavenhagen.



Leipzig,

bey Johann Ambrosius Barth.

1819.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Untersuchungen

über

die Athmungen der Gewächse

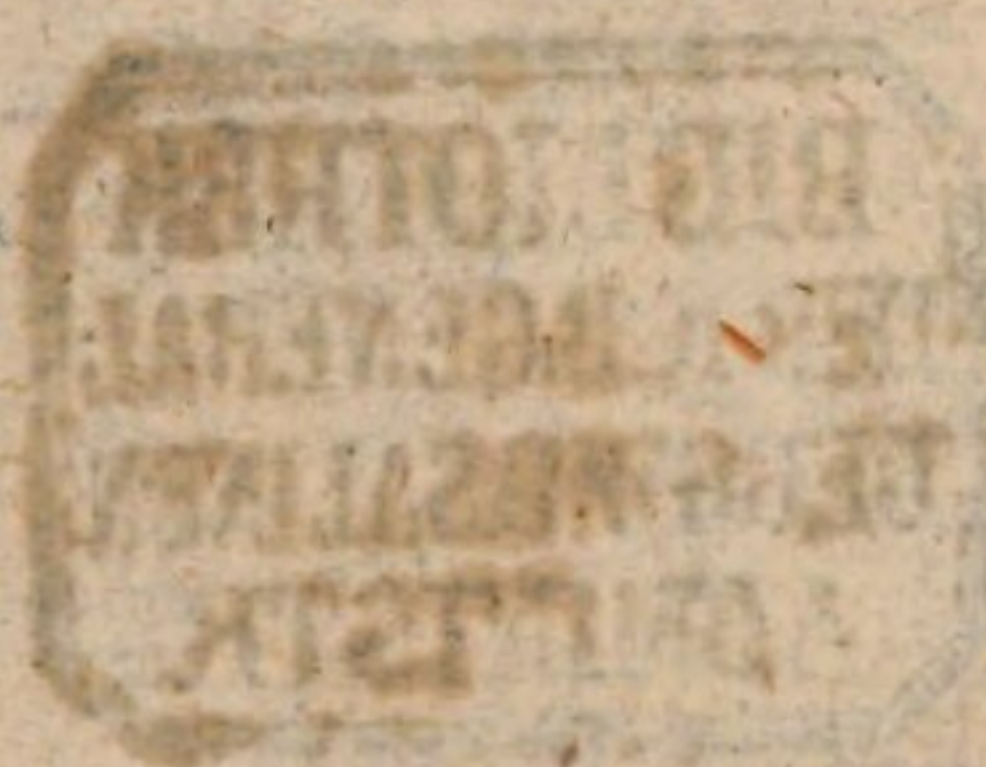
und

deren Einfluss auf die gemeine Luft.

von

Carl Christ. Grisebach

Apotheker in Stenohagen.



Bayerische
Staatsbibliothek
München

D e m H e r r n

L u d w. C h r i s t. T r e v i r a n u s ,

der Arzneywissenschaft Doctor, ordentlichem Professor der Botanik und Director des botanischen Gartens in Breslau, der Mecklenburgischen naturforschenden Gesellschaft zu Rostock, der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin ordentlichem, der Wetterauischen Gesellschaft für die gesammte Naturk. in Hanau, der Mecklenburgischen Landwirthschafts-Gesellschaft Ehrenmitgliede u. s. w.

dankbar und ehrfurchtsvoll zugeeignet

vom Verfasser.

Dem Herrn

Ludw. Christ. Treviranus

der Arzneywissenschaft Doctor, ordentlichem Pro-
fessor der Botanik und Director des botanischen
Gartens in Breslau, der Medicinischen na-
turforschenden Gesellschaft zu Rostock, der Ge-
sellschaft naturforschender Freunde in Berlin or-
dentlichem, der Weltmannschen Gesellschaft für
die gesammte Natur in Rastatt, der Medicinischen
sächsischen Landwirthschafts-Gesellschaft Ehren-

mitglied in a. w.

habe ich mich sehr hoch zu schätzen

Vertrauen

V o r w o r t.

„Ein geistreicher Physiker that einmal den Vorschlag, (sagt ein nicht minder geistreicher Physiker — Herr Akademiker Ruhland, Schweigg. N. Journal f. Chem. und Physik. 14. B. 356), daß mehrere Naturforscher sich verbinden sollten, um gemeinschaftlich die Grundversuche, auf welche unsere Gesetze in der Physik und Chemie sich hauptsächlich stützen, aufs Neue einer strengen Prüfung zu unterwerfen. — Wenigstens sey so viel gewiß, daß nichts in der Physik so nöthig sey, als, die Untersuchun-

gen über die einzelnen Materien von Zeit zu Zeit auf ihre erste Quelle zurückzuführen; wodurch sich denn nicht erst einmal ergeben, daß, wenn auch diese richtig, doch ihre Erklärung oft mehr durch das Recht der Verjährung als durch innere Festigkeit allgemeines Zutrauen und Annahme gefunden habe. Es scheine, daß dieses auch mit dem so allgemein ausgesprochenen Satze der Fall sey, daß die Pflanzen die Luft verbessern, u. s. w.“ —

Aber nicht allein dieser fraglichen Luftverbesserung wegen schien es verdienstlich, eine Reihe von Versuchen anzugehen, und ernstlich überhaupt mit jenen Erscheinungen des so sehr geheimnißvollen Pflanzenlebens, die man „Athmungen“ ganz passend nannte, sich zu beschäftigen. — Es stand zu hoffen, daß hierdurch dazu beygetragen werden könnte, in der Lehre von diesen Wechselthätigkeiten der Ge-

wächse und der Luft die Quellen widersprechender Behauptungen aufzudecken, und die Gründe ganz entgegengesetzter Ansichten und Erklärungen der nähern Ursache von den wahrnehmbaren Erfolgen jener Thätigkeitsäusserungen des Gewächsreiches gehörig zu erwägen, zu würdigen, und dadurch die Wissenschaft zu fördern.

Der Zweck des Verfassers dieser Blätter ging vorzüglich dahin, durch entscheidende Thatsachen überzeugend zu zeigen: „was von den Urtheilen über das Vermögen der Pflanzen „die gemeine Luft zu verbessern,“ von den verschiedenen Ansichten über den Ursprung der durch Gewächse ausgehauchten Sauerstoffluft — zu halten, und bey welchen Gewächsen eine solche Aushauchung überhaupt wahrzunehmen sey.“ — Da es demselben indess vergönnet war, manche Erscheinungen in dem Gebiete dieses Lehrzweiges anders

und — wie er zu beweisen strebt — besser zu sehen, als seine Vorgänger, da er mehrere Aussprüche der Letzteren — und zwar Aussprüche von hoher Wichtigkeit — zu berichtigen, zu widerlegen, und neue Erfahrungen hier und dort einzustreuen, im Stande war; so kam es, daß derselbe gewissermaßen sich gezwungen sah, die Art der Darstellung zu ergreifen, die im Folgenden enthalten ist. — Es sollte dabey anfänglich das bereits Bekannte der Lehre als solches größtentheils vorausgesetzt werden, ein Vorsatz, dem indess der Verfasser, aus Furcht, nicht selten minder deutlich zu reden und unvollständiger zu seyn, als er es wünschte —, nicht allenthalben völlig treu bleiben konnte. Eingeweihte wollen ihn deshalb zu entschuldigen geneigen; den des Gegenstandes minder kundigen Lesern hoffet er es recht gemacht zu haben.

Was die Prüfungsart der Luftarten in den nachfolgenden Versuchen betrifft, so wurde flüssiger Wasserstoff - Schwefelkalk zur Trennung der Sauerstoffluft und eine satte Lösung des reinen Kali zur Abscheidung der Kohlensäureluft, gebraucht. — Schon früher beschäftigte sich der Unterzeichnete oft, und zwar recht gern, mit Luftprüfungs - Versuchen, und im Allgemeinen kann er zwar der Volta'schen Prüfungsart den Vorzug vor anderen nicht wegreden, — gilt es aber einem Mittel zur Abtrennung von Sauerstoffluft, welches mit ziemlicher Genauigkeit eine sehr bequeme Art des Gebrauches einen soll und zulassen; so ist er in der That dreist genug, den Wasserstoff - Schwefelalkalien den ersten Rang zuzugestehen. — Ihre Anwendung fordert Behutsamkeit; diese aber beachtend, erfreut man sich wirklich unerwartet sicherer Erfolge. — Es ist bekannt, daß diese Schwefel - Verbindungen

eine merkliche Menge Salpeterstoffluft ein-
saugen; ganz richtig wurde daher aber auch
die Anschwängerung der Lösung derselben
mit dieser Luft durch Hope — früher ei-
gentlich durch Ant. de Marti (s. Gilbert's An-
nalen der Phys. 19 B. 395 — 98). angera-
then.

Uebrigens wurde in den folgenden
Versuchen mitunter durch Wasserstoff-
die Sauerstoff- Luft aus dem zu prüfen-
den Luftgemenge entfernt, und dieser Er-
folg mit demjenigen verglichen, den die
mit Salpeterstoffluft gesättigte Lösung des
Wasserstoff - Schwefelkalkes ergab. Die
zu untersuchende Luft wurde nicht geschüt-
telt mit dieser Flüssigkeit; sondern die mit
beyden gefüllten Gläschen — 22 bis 26
Stunden — ruhig hingelegt: die verstöpselte
Oeffnung derselben mit Quecksilber bedeckt.
Vergleichende Versuche lehrten, daß ein
längeres Liegen, als das angeführte, auf

den Erfolg eben so wenig Einfluß hatte, wie die Verdichtung, oder auf der entgegengesetzten Seite, wie die mannigfaltige — selbst beträchtliche — Verdünnung der Flüssigkeit mit luftsattem Wasser.

Schließlich wünscht nun der Verfasser diesem seinen Erstlinge eine gütige Aufnahme überhaupt, und, von Seiten der Kenner, billige Beurtheilung überdem. — Einen Auszug dieser Schrift ertheilte er, schon vor nahe zwey Jahren, seinem verehrungswürdigen Lehrer und Freunde, dem Herrn Professor L. C. Treviranus, der die Güte hatte, seinen Freunden — den Herren Professoren H. F. Link und N. W. Fischer — zur Beurtheilung jenen vorzulegen, und hierüber späterhin nicht nur seines, sondern auch seiner genannten Freunde Beyfalles den Unterzeichneten zu versichern; für welchen dieser, da er zu fernerm For-

schen ganz besonders dadurch ermuntert wurde, herzlichen Dank diesen verehrlichen Meistern hier darbringt.

Stavenhagen (in Mecklenburg- Schwerin)

im Januar 1818.

C. C. Grischow.

Inhaltsanzeige.

Erste Abtheilung.

Von den Athmungen der Pflanzen in luftförmiger Umgebung.

Erster Abschnitt. Von den Athmungen im Schatten S. 1 — 24.

Zweyter Abschnitt. Von den Athmungen der Pflanzen im Sonnenlichte S. 24.

I. Pflanzen und gemeine Luft S. 26 — 38.

II. Pflanzen und vermischte (Dunst- und) Luftarten S. 39 — 67.

Dritter Abschnitt. Allgemeinere Betrachtung der vorstehenden Versuchserfolge, so wie der Athmungen der Pflanzen überhaupt S. 68 — 142.

Vierter Abschnitt. I. Von den Athmungen der Wurzeln, holzigen Theile, so wie der Blumen und Früchte S. 143 — 157.

II. Von den Athmungen der Gewächse der vier und zwanzigsten Hauptabtheilung des Linnéischen Pflanzensystems S. 158 — 163.

Zweyte Abtheilung.

Von den Athmungen der, vom Wasser umgebenen, Gewächse.

Fünfter Abschnitt. S. 163 — 225.

I. Von der, bey verschiedenen Wärmegraden, verschiedenen Wirkung einiger Körper auf lufthaltiges Wasser S. 167 — 184.

II. Von der Luft, welche von, unter Wasser sich befindenden Gewächsen (oder deren Theilen) durch Athmungen hervorgebracht werden kann. S. 184 — 225.

Erste Abtheilung.

Von den Athmungen der Pflanzen in luftförmiger Umgebung.

Erster Abschnitt.

Von den Athmungen der Pflanzen im Schatten.

Wenn auch, wie die Folge darthun wird, die genauere Ergründung der Wirkungsäußerungen der Athmungen der Gewächse lehret, daß die bekannte Verbesserung unseres Luftmeeres, welche ältere und neuere Naturforscher denselben bald ab- bald aber zugeschrieben, und lobend in diesem letzteren Falle die Bedeutsamkeit derselben laut hervorgehoben haben — eine nicht unerhebliche Einschränkung leiden muß; so bleibt die Kenntniß jener, den Wechselkampf des Gewächsreiches mit dem Luftall bezeichnenden Naturthätigkeiten unstreitig dennoch voll hoher Bedeutung, wichtig, und — namentlich für die Einsicht

in das Gewächsleben — ungemein fruchtbar. — Denn, was in Wissenschaften einem Urtheile, einer Erkenntniß Werth gibt, das ist offenbar die Ueberzeugung: daß durch jene das Wissen gefördert, und eine Wahrheit erforscht worden, oder daß man derselben mindestens doch sich nahe weiß. Wenn somit die Entdeckung erfreulich war, wenn es ferner den Werth der Kenntniß jener Aeufserungen des Gewächslebens erhöhte, daß diese eine für die gesammte Natur so sehr erspriessliche Rolle spielen; so dürfen wir gleichwohl eben diesen Werth dem Urtheile beylegen, wodurch die Unzulässigkeit der Sätze dargethan wird, aus welchen jene (angeblich wohl bewährte) Kenntniß entsprang.

Wie es von jeher der Fall war, daß erst mit dem Fortschreiten und der gröfseren Ausbildung der Hülfswissenschaften immer mehr Uebereinstimmung, Folge und Klarheit in einzelne Lehren gebracht wurde, weil es früh zum Theil, und oft, an sehr bestimmenden Thatsachen fehlte, die nothwendig waren, um irrigen Schlufs und falsches Urtheil zu meiden, oder um überhaupt nur zu Folgerungen von einiger Wahrscheinlichkeit zu gelangen; — so erging es dem hier zu behandelnden Lehrzweige mehr fast, als irgend einem andern, minder von der Zeit abhängigen, und durch minder schwierige Untersuchungen zu fördernden Zweige des Gebietes der Naturwissenschaft. — Und wie den Wissenschafts-Zweigen in ihrem Werden, so ging es — wie die Geschichte

lehrt — den Entdeckern auffallender Thätigkeitsäusserungen der Natur, wenn sie eine Erklärung ihnen anzupassen und unterzuschieben wagten, statt diese späteren Verehrern ihrer Entdeckungen zu überlassen.

— Wem das Glück beschieden war, so Großes zuerst zu vernehmen, der sollte (in der That scheint es fast so —) mit dieser Freude sich begnügen, und anderen Huldigern des Tempels der Natur eine Ernte verlassen, die ernstest Bemühungen zu folgen, und dem Forscher zu lohnen pflegt.

Priestley begnügte sich, die von ihm gemachte Entdeckung: daß Pflanzenblätter Sauerstoffluft auszugeben vermögen, bekannt zu machen, — die Ursache davon völlig auf sich beruhen lassend, und Anderen die Erforschung derselben gleichsam anheim stellend; was freylich auch, des damaligen Zustandes der Chemie wegen, am gerathensten war.

Von den ersten Naturforschern, die mit dem Aufsuchen des Ursprunges dieser, von grünen Pflanzentheilen ausgehauchten, Sauerstoffluft sich beschäftigten, hat Senebier den sichersten Weg eingeschlagen, und zwar auf eine Art, wodurch er sich die Achtung seiner Nachfolger, besonders der diesen Weg betretenden, auf eine glänzende Art gesichert und festgestellt hat, — indem schon er eine Erklärung der beredeten Erscheinungen ersann, die der Vervollkommnung und Erweiterung nur bedurfte, um völlig im Einklange zu seyn mit der Erfahrung, diesem so sicheren Prüfstein aller Deutung.

Dafs Pflanzen die mit ihnen eingeschlossene gemeine Luft verderben, d. i. zum Athmen der Thiere untauglich machen, wurde zuerst durch Scheele und Macbride bekannt. — Ingenhoufs, und dann Senebier, stellten hierauf zahlreiche Versuche an, zur Prüfung und weiteren Begründung der Versuche jener Schriftsteller, die schon um diese Zeit einander widersprachen, weil die näheren Umstände, denen die in den Versuch gezogenen Pflanzen unterworfen wurden, noch unbeachtet verblieben waren. Ingenhoufs und Senebier verkündeten dann die Erfolge ihrer Versuche auf eine Art, die bald — und bis auf unsere Tage — mehrere Gelehrte trieb, die beschriebenen Versuche und deren Ergebnisse theils zu durchdenken und zu prüfen, theils sie selbst zu wiederholen und zu vermehren.

Die genauesten, über diesen Gegenstand in neuerer Zeit bekannt gewordenen Untersuchungen lieferte Herr Theod. de Saussure, ein Physiker, der durch ernstes Streben die Bahn brach zur Lüftung des, über der Lehre vom Gewächsleben schwebenden Schleyers, und der, in Bezug auf unseren vorliegenden Gegenstand, fortbauend auf Senebier's Grundlage, und kräftig unterstützt durch die heutige Naturwissenschaft, die Gründe aufdeckte und angab, sowohl des — Verbesserung als Verderbniss des Luftkreises äussernden Einflusses der Pflanzen, vermöge ihrer Athmungen.

Doch, die Geschichte der Lehre, welche ich

hier behandeln will, sollte meinem Buche keinen größeren Umfang geben. Machen wir uns an unsere Betrachtung dieses Gegenstandes selbst.

Ich wollte hier zunächst die Beschreibung einer Reihe von Versuchen folgen lassen, die den Erfolg der Einwirkung der Gewächse auf die Luft (beym Ausschlusse des Lichtes) und zwar nicht nur auf die in Gefäße gesperrete, sondern auch auf den ganzen weiten Luftkreis, vor Augen zu legen vermögten. Um indess unnöthiger Weitläufigkeit zu entgehen, und um gleicherweise lästige und unnütze Wiederholungen zu meiden, werde ich hier ganz kurz mich fassen in der Darstellung der hier zu berührenden Erfahrungen; um so mehr, da ich Gelegenheit nehmen werde, manches hierher Gehörende im Folgenden zu bereden.

Obschon ich eine Menge von Versuchen über die hier, in diesem Abschnitte, zu betrachtenden Athmungen der Pflanzen vornahm; so ergaben sie doch keine Folgen, die — im Allgemeinen — denjenigen widersprechend gewesen wären, welche Saussure bekannt gemacht hat: dasjenige überhaupt ausgenommen, was ich in der Folge einzuwenden haben werde. — Hier kann es für jetzt genügen, zu bemerken: daß im Schatten — das heißt, bey dem Ausschlusse des Sonnenlichtes — die Pflanzen (wie späterhin sich zeigen wird — Gewächse und Gewächstheile überhaupt) Sauerstoffluft einathmen und Kohlensäureluft aushauchen.

Die Erfolge, welche dieser Schriftsteller, den ich eben nannte, über die Athmungen zur Kunde gebracht hat, rücksichtlich auch der Mengen, welche ein- und ausgeathmet werden von den gedachten Luftarten, stimmen überein mit den meinigen. Eine Reihe von solchen Versuchserfolgen hat er in Tafeln zusammengestellt, die jene recht gut und bequem anschaulich darstellen ¹⁾. Diesen zu Folge verzehren die Blätter der, im Winter sich entlaubenden, Bäume und Sträucher im Durchschnitt die grösste Menge von Sauerstoffluft; ihnen folgen die krautartigen — nicht im Wasser wohnenden — Pflanzen in dieser Hinsicht nach, dann die Blätter „immer grüner“ Bäume und Sträucher, dann Sumpf- oder Wasserpflanzen, und endlich das Heer der (saftigen) fleischigen Pflanzen ²⁾.

Ich habe es nicht unterlassen, bey meinen Untersuchungen aufmerksam zu seyn auf dieses allgemeine Urtheil. Aber Saussure gibt selbst, stillschweigend gleichsam, zu: daß es hier an Ausnah-

1) Man vergl. „Theod. v. Saussure's chemische Untersuchungen über die Vegetation,“ übersetzt von F. S. Voigt. Leipzig 1805. S. 89.

2) Um ein Paar solcher Beyspiele anzuführen: so verzehrten die Blätter der *Prun. armeniaca* 8,0, die des *Solanum tuberosum* 2,5, die des *Viburnum Tinus* 2,23, die der *Veronica Beccabunga* 1,7, und Zweige der *Stapelia variegata* 0,63 Sauerstoffluft. — Die, den Umfang dieser Luft bezeichnenden Zahlen sind bezogen auf den (= 1 gesetzten) Umfang der Pflanzentheile, und gelten für eine vier und zwanzigstündige Andauer solcher Versuche.

men nicht fehle. Vergebens habe ich mich bemüht, ein Gesetz aufzufinden, unter welches ich diese Einathmung, in Beziehung auf die Mengen - Verhältnisse, hätte bringen können. Der Ausspruch: „dafs fleischige Pflanzen, im Vergleich zu den vorhergenannten, die geringste Menge Lebensluft verzehren“ — ist sonder Zweifel gegründet. Minder, doch noch so ziemlich richtig, habe ich — in der in Rede stehenden Beziehung — den Standpunct der „immer grünen“ Pflanzen gefunden. Aber bey den übrigen findet man die meisten Abweichungen von der obigen Angabe, worin mir Jeder, der sich längere Zeit mit diesen Untersuchungen beschäftigt, beystimmen wird. So übertreffen z. B. viele in Sümpfen oder im Wasser wachsende Pflanzen (dafs ich nur *Sium angustifol.*, *Cicuta virosa*, *Phellandr. aquat. L.* nenne), in der angezogenen Hinsicht, manchen (sich entlaubenden) Baum, Strauch und manches auf trockenem Boden wachsende Kraut (*Filago arvensis*, *Erigeron acre* u. s. f.).

Im Wasser wachsende Pflanzen sollten, nach jenem Ausspruche, weniger Sauerstoffluft verzehren, als, die „fleischigen“ ausgenommen, alle übrigen. Wichtiger, als die vorhergehenden Bestimmungen, schien es mir: auszumachen, ob, in trockenem Boden wachsende, Pflanzen ihre Einathmungen mindern würden, wenn sie zufällig (durch Ueberschwemmung u. s. w. — einige Zeit) im Wasser gestanden hätten. — Mehrere Versuche haben mich indeß diese Vermuthung keinesweges begründet finden lassen. Eben

so wenig konnte ich einen Unterschied finden in den Athmungen des *Polygonum Persicaria* L., das ich zu gleicher Zeit sammelte und einem gleichmäßigen Versuche unterwarf, davon aber ein Theil aus sehr trockenem, der andere aus sumpfigem, Boden hervorge wachsen — und anscheinlich in gleichem Grade entwickelt war.

Um wieder auf die einfachen Erscheinungen, welche durch die Athmungen hervorgebracht werden, zurück zu kommen; so ist es von Wichtigkeit, zu bemerken: daß der Umfang der eingeathmeten (Sauerstoff-) Luft beständig „größer“ ist, als der Umfang der ausgehauchten (Kohlensäureluft). In der entfernteren Ansicht des Gegenstandes weiche ich hier von Sausure ab; obschon eigentlich durch seine Meinung, wie durch die meinige, die, diesen zu Grunde liegende, Thatsache bezeichnet wird. — Ich will dieß an einem Beispiele zeigen.

Drey Zweige (mit ihren Blättern) des *Cheiranth. incan.* L. stellte ich, nachdem sie eben abgeschnitten worden, in einen, unten nicht über einen und einen halben Zoll weiten Glasbehälter, den ich an diesem offenen Ende (durch Ausmessung) genau eingetheilt hatte. Er enthielt gemeine Luft; nachdem jene Zweige hineingebracht worden, verschloß man ihn durch (trockenes) Quecksilber und stellte diese Vorrichtung an einen schattigen Ort, wo, während der vierzehnstündigen Andauer des Versuches, der (achtzigtheilige Quecksilber-) Reaumur'sche Wärmemes-

ser¹⁾ die Luftwärme durch $+ 11 — 13^{\circ}$ andeutete. Nach Ablaufe dieser Zeit und nach der nöthigen Verbesserung, wegen veränderten Druckes der Luft, prüfte ich die Veränderung, welche die eingeschlossene Luft erfahren hatte, sowohl in Hinsicht auf den Umfang als auf die Beschaffenheit. — Die Statt gehabte Verminderung entsprach einem Drittel des Umfanges jener Zweige. Die Menge der, durch diese Pflanzentheile erzeugten, Kohlensäureluft kam dem einmaligen Umfange der ersteren gleich, bis auf eine, außer Acht zu lassende, Kleinigkeit.

Diesen Erfolg würde nun der genannte Schriftsteller dadurch bezeichnen, daß er sagte: jene Zweige hätten „ein Mal und ein Drittel“ ihren eigenen Umfang an Sauerstoffluft verzehrt: den vierten Theil davon (ein Drittel des Umfanges der Pflanze) hätten sie eingesogen, und drey Viertel davon hätte nur die nöthige Menge Kohlenstoffes der Pflanze entnommen, um zu „Kohlensäureluft“ umgebildet zu werden. — Es scheint mir indess rathsam, mehr bey der Thatsache selbst stehen zu bleiben, und so sie zu erklären: — die Zweige athmeten vier Drittel ihres Umfanges an Sauerstoffluft ein, und hauchten drey Viertel dieser Menge, an Kohlensäureluft, aus. — Man sieht, daß nach beyden Ansichten die Sache dieselbe bleibt und ist, aber manche meiner Leser werden mir darin hoffentlich beystimmen, daß die Art,

1) Der Kürze wegen werde ich den Wärmemesser mit Quecksilber und achtzigtheiliger Gradleiter hier den „Reaumur'schen“ nennen.

den beredeten Vorgang zu denken, auf die Lehre vom Pflanzenleben von Einflusse seyn kann und muß; so wenig auf den ersten Anblick auch wirkliche Verschiedenheit jener Meinungen oder Ansichten einleuchtend — und sie wohl gar auf bloßem Wortspiele beruhend — scheinen mag; dem ich indessen vom Herzen feind und abhold bin.

Schließt man Pflanzen mit (reiner) Sauerstoffluft ein, so sind die Athmungen, vielleicht ohne Ausnahme, rascher und überhaupt die wahrnehmbaren Folgen davon merklicher. Einen Unterschied, wie diesen, habe ich oft gefunden, wenn ich einen belaubten Pflanzenzweig in eingeschlossener, gemeiner Luft athmen liefs; ein Mal, wenn er (unabgetrennt von der Mutterpflanze) nur gebogen, und ein anderes Mal, wenn er „abgeschnitten“ — in das Gefäß mit Luft gebracht wurde. Diese Versuche habe ich auf diese Art, mit einem und demselben Zweige, also nach einander folgend, angestellt. Dabey war indess, aller Vorsicht ungeachtet, immer für kleine Zweifel noch Platz, da man äussere Verhältnisse oft nicht genau genug berechnen kann, um überzeugt zu seyn, daß keine Täuschung Statt gehabt habe.

Aber ich habe auch je zwey solcher vergleichenden Versuche gleichzeitig unternommen; ein Zweig einer Pflanze wurde in einen engen Glasbehälter gebogen, ohne abgeschnitten zu werden. Darauf suchte man einen möglichst gleichen Zweig derselben Pflanze, der dann, ohne Wasser, in einen anderen, ähnlichen Behälter hineingestellt wurde. — Daß,

nach Ablaufe der bestimmten Dauer des Versuches, die Luft jedes Behälters gleich nach einander und gleichmäfsig geprüft wurde, versteht sich wohl von selbst. Ich maß dann den Umfang der beyden Zweige möglichst genau, (durch die Menge des Wassers, welche jeder aus der Stelle treiben konnte), der dann, wenn ein Unterschied darin gefunden ward, die nöthige Verbesserung bestimmte.

Diese Versuche lehrten mich, daß sich fast immer ein Unterschied findet in den Erfolgen von zwey solchen Versuchen. Und wenn ein solcher wahrgenommen wurde, so war diejenige Luft, worin der abgeschnittene Zweig gelebt hatte, im Umfange mehr vermindert. Aber wenn auch diese Verminderung, wie es oft der Fall war, von der des zugehörigen Versuches nicht merklich abwich; so fand ich doch hier mehr Kohlensäureluft. Hätte ich statt eines Zweiges seine einzelnen Blätter in den Versuch gezogen, so war es nicht mehr zu verkennen, was in den eben erwähnten Versuchen mit Zweigen mitunter noch zweifelhaft schien: eine kräftigere Athmung nämlich — in dem eben gedachten Falle.

Am besten läßt sich diese Verschiedenheit der Erfolge der in Rede stehenden Versuche an „krautartigen, mit vielem Nahrungssafte begabten Pflanzen“ wahrnehmen. Bey „fleischigen“ Pflanzen ist sie mir zweifelhaft geblieben. Ueberhaupt aber ist zu bemerken, daß dieselbe, im Durchschnitte, in kürzerer Zeit als vier und zwanzig Stunden nicht erheblich genug ist, wohl bey saftvollen, krautartigen, nicht im-

mer bey baum- und strauchartigen Pflanzen. — Ich wünschte durch Versuche es auszumitteln, ob die geringere Erzeugung der Kohlensäureluft, durch die nicht abgeschnittenen Zweige, vielleicht darin ihren Grund habe: daß sie durch die Pflanze außerhalb des Behälters zum Theil ausgehaucht werde. Durch Untersuchungen konnte ich aber dafür nichts Beweisendes hervorbringen¹⁾. Und ein Trost scheint mir doch für diese Beurtheilung dadurch gegeben, daß eigentlich kein vernünftiger Grund (— wenn es einen solchen geben kann —) für jene Annahme vorhanden ist. —

Obschon nun diese Versuche zeigen, daß der Einfluß unverletzter Gewächstheile auf die Luft minder beträchtlich ist, als der verletzten (abgeschnittenen Einzeltheile — derselben); so zeigen sie doch auch, daß eben dieser Einfluß kein Hirngespinnst — bloße Täuschung — überhaupt nur seyn könne; was man, wie ich beweisen könnte, mitunter noch glaubt, ja, kürzlich, und bald nach Erscheinung des Saussure'schen Werkes, öffentlich behauptete. Sennebier hat bekanntlich den Ausspruch Ingenhouss's „daß Pflanzen die gemeine Luft — den Luftkreis — verderben“ (im Schatten nämlich) in so fern in Abrede gestellt, als er behauptete: „abgeschnittene Blätter

1) Gegen diesen Einwurf ist aber mit Grunde einzuwenden, daß — wenn er gegründet wäre — eine größere Verminderung des Umfanges der eingeschlossenen Luft, oder Aushauchung einer anderen (als Kohlensäure-) Luft, hätte Statt finden müssen; wovon weder das eine noch das andere bemerkt worden ist.

erzeugten nur unter den Glasglocken Kohlensäureluft, indem sie hier welkten, weil in der Luft, die er in der Nähe von Pflaznen im Freyen auffing und sammelte, keine Spur jener Säureluft sich vorfand“¹⁾).

Diesen Schluß werden jetzt wohl wenige meiner Leser unterschreiben. Dessen ungeachtet will ich hier ein Paar Versuche beschreiben, die man auf diese Art nicht vorgetragen hat. Der erstere soll den Erfolg nur im Allgemeinen andeuten, weshalb ich ihn auch aus diesem Gesichtspuncte nur gewürdigt wünschte. Ganz genaue Erfolge, bey denen man auf die Mengen Rücksicht nimmt, in denen die Luftarten ein- und ausgeathmet werden, und welche mich zu den allgemeinen Aussprüchen, die ich im Vorhergehenden schon niederlegte, geführt haben, müssen, wie man wohl einsieht, nach Art des zweyten Versuches, der hier folgen wird, gewonnen werden.

1.

Zwey in einem Blumen-Scherben munter aufgewachsene Pflanzen (*Cheiranth. incan. L.*) senkte ich so in eine Wanne mit lautsattem Regenwasser, daß dieses etwa zwey Zoll über die Oberfläche des Scherbens stand. Dieser wurde so geneigt und die, über eilf Zoll langen, Pflanzen so gebogen, daß die Glas- kugel, die sich unten bis auf zwey und einen halben Zoll Durchmesser verengerte, von dem Wasser ge-

1) Sennebier, *Experiences sur l' action de la lumière sol. dans la vegetation.* Vergl. auch: *Annales de Chimie* T. I. 1789. p. 108.

sperrt wurde und zwar dergestalt, daß die Oberfläche jenes Scherbens der Mündung der Glaskugel seitwärts blieb; sohin keine unmittelbare Wirkung der Erde (worin die Pflanzen gewurzelt hatten) auf die eingeschlossene Luft zu fürchten war.

Eine Veränderung der Luft stand indeß immer noch zu fürchten, nicht so sehr durch das Wasser, als durch die, aus der Erde, ausgezogenen Theile. Diese Veränderung war aber, wie sich zeigen wird, eben nicht erheblich, weil die sehr große Menge Wassers nur einen sehr verdünnten Auszug darstellen konnte, und die — das Wasser berührende Luftfläche nur klein war. — Ich hatte nämlich eine, jener ganz ähnliche, Vorrichtung getroffen, die mir die eben gedachte Veränderung der Luft angeben sollte, und die dem Zwecke auch entsprach. In einer gleichen Menge Wassers stand eine ähnliche Glaskugel (Glaskolben der Apotheker), neben derselben ein Scherben mit ähnlicher Gartenerde: natürlich aber — ohne Pflanzen.

Beyde Vorrichtungen standen, dicht neben einander und in warmen Sommertagen, im Freyen; so indessen, daß kein Sonnenstrahl sie treffen durfte. Bey Tage war die Luftwärme — zwey Tage über — gleich siebzehn bis achtzehn, — eilf Tage aber — zwischen eilf bis dreyzehn Graden des Reaum. Wärmemessers wechselnd. — Der Umfang der Pflanzen verhielt sich zu dem der (damit eingesperrten) Luft, wie „eins zu sechshundert drey und dreyßig.“

Die Luft wurde nun geprüft, nach dreyzehn

Tagen (und den dazu gehörigen Nächten). Auf die Bestimmung des Theiles der Umfangsverminderung, der die Menge bezeichnete der „eingethmeten — durch Kohlensäure - nicht ersetzten — Sauerstoffluft“ mußte ich, aus leicht einzusehenden Gründen, Verzicht leisten. Die Veränderung der Luft durch die Pflanzen war aber — für das angegebene Verhältniß, das sie zu einander hatten — schon erheblich genug. Mit der Luft jedes der gedachten Behälter wurden vier einzelne Untersuchungen — aber gleichzeitig — vorgenommen, welche nur geringe Abweichung zeigten und als Bestandtheile, im Mittel, ergaben:

				in der Luft des Behälters	
mit Pflanzen:				ohne Pflanzen:	
0,010	-	-	-	0,000	Kohlensäure -
0,173	-	-	-	0,198	Sauerstoff -
0,817	-	-	-	0,802	Salpeterstoff - Luft.

Die Pflanzen schienen während des Versuches nicht gelitten zu haben. In der Luft des Behälters habe ich hier keine Kohlensäureluft angegeben, ob schon sie — beyläufig — allerdings nicht ganz frey davon war, die Menge derselben mogte aber kaum 0,0004 betragen, die hier unbeachtet bleiben kann. Wie ich so geringe Menge Kohlensäureluft bestimme, werde ich späterhin hier zeigen. — Diesen Versuch habe ich einige Male mit verschiedenen, auch Wasser-Pflanzen, wiederholt, mit ganz übereinstimmendem Erfolge. Dasselbe war der Fall, wenn ich die Oberfläche eines Scherbens, in dem eine Pflanze er-

zogen worden (in Gartenerde, die mit der Zeit, nach öfterem starken Begießen und Austrocknen, eine sehr harte Oberfläche gewinnt — die ich natürlich hier meine) durch Drücken der Erde noch fester machte, mit Quecksilber bedeckte und einen, durch dieses Metall zu sperrenden, Glasbehälter die Pflanze einschließen ließ. Durch die, im Boden des Blumenscherbens befindliche Oeffnung reichte man der Pflanze das nöthige Wasser, das natürlich in solcher Menge nicht gegeben werden durfte, daß die, zunächst unter dem Metalle liegende, Erdschicht dadurch erweicht werden konnte. — Der auf diese Art gewonnene Erfolg unterscheidet sich nur dadurch, daß man hier alle, durch die Pflanze erzeugte, Kohlensäureluft in dem Luftkreise noch vorfindet.

2.

Ein belaubter Zweig des *Lycium barbarum* L.¹⁾ wurde in einen schmalen, unten röhrenförmig sich endigenden, Glasbehälter gebogen, ohne abgeschnitten zu werden. Der Versuch begann im Mai-Monate und dauerte elf Tage (und Nächte). Die Vorrichtung war mit Quecksilber gesperrt und, dem Sonnenlichte unzugänglich, hingestellt; doch empfing sie das zerstreute Tageslicht, welches die hier in Betracht stehenden Athmungen nicht ändert. Der Umfang des eingeschlossenen Zweiges verhielt sich zu dem seiner Luft, wie „eins zu einhundert drey und neunzig.“

1) *Lyc. halimifol.* Mill.

! Zu Ende des Versuches war nur eine kleine Verbesserung, zur Bestimmung des wirklichen Umfanges der eingeschlossenen Luft, nöthig. Die Berechnung der Statt gehabten Verminderung des kleinen Luftkreises, in Beziehung auf den Umfang des Zweiges, zeigte jene $= 2,3$ (der Umfang des Zweiges $= 1$). Die nun folgende chemische Untersuchung der in Rede stehenden Luft liefs in derselben (im Mittel aus drey Prüfungen)

0,062 Kohlensäure -

0,122 Sauerstoff -

0,816 Salpeterstoff - Luft

finden.

Es stand zu erwarten, daß die Umfangs-Verhältnisse der Luft, welche die Pflanzen (Gewächse überhaupt) einathmen und aushauchen, bey verschiedenen Graden der Luftwärme — auch Verschiedenheiten zeigen würden. Ich bemerke es daher nur im Allgemeinen, daß diese Erwartung vollkommen begründet ist, und mit der Wärme die Athmungen wachsen. —

Wir betrachteten bis dahin nur die Einathmung der Sauerstoff- und Aushauchung der Kohlensäure-Luft, als unverkennbare Erscheinungen des Pflanzenlebens. Man dürfte aber billig fragen, wie es, in dieser Beziehung, mit der Salpeterstoffluft stehe? — Meine Bemühungen, die Einathmung dieser Luft durch Pflanzenblätter beweisend darzuthun, sind bis dahin fruchtlos geblieben. Fast ganz genau findet

sich stets die Abnahme der Lebensluft, worin man ganze Pflanzen oder belaubte Zweige, längere oder kürzere Zeit, sich aufhalten läßt, in der dann entstandenen Umfangs-Verminderung, und in der ausgehauchten Kohlensäureluft wieder. Die Luft, worin die Gewächse leben, sey gemeine oder Lebensluft, so sind die Erscheinungen dieselben; der Unterschied ausgenommen, daß die Athmungen etwas kräftiger und rascher sind, im letzteren Falle. — Obschon im ersteren Falle eine Einathmung von Salpeterstoffluft durch die Erfahrung nicht nachzuweisen ist; so läßt sich doch im letzteren eine Aushauchung derselben nachweisen. Sie ist mir aber immer, so lange die Pflanze nicht litt, fast unter dem halben Umfange jener (der Pflanze) geblieben.

Diese Aushauchung, von der wir weiter unten ausführlicher reden werden, läßt doch, wenn ich nicht irre, den Schluß zu: daß die in Rede stehende Luft auch eingeathmet werde. Aus dem bereits Angemerkten folgt schon, daß die Einathmung in geringer Masse nur Platz finde. Ich hoffte dieselbe merklicher zu finden bey Pflanzen, welche durch Salpeterstoff enthaltende Mischungstheile besonders sich auszeichnen; die Erfahrungen, welche ich in dieser Rücksicht machte, haben mir diese Vermuthung indess auf keine Weise begründen können, mit der ich zufrieden gewesen wäre.

Aber ich habe eine Einathmung der Salpeterstoffluft bey Früchten wahrgenommen, obschon sie in anderen Versuchen mit solchen Gewächstheilen

eben sowohl unmerklich, mindestens weniger erheblich, war. — Hier ein Beyspiel:

Zwey Zweige eines Pflaumenbaumes stellte ich in ein Schälchen mit Wasser, das sie nähren sollte und außerhalb des Behälters blieb, der die unreifen Früchte (die an der Spitze des Zweiges saßen) und gemeine Luft einschloß. So weit die Enden der Zweige in den Behälter kamen, waren sie entlaubt worden. Den letzteren sperrte eine tiefe Schicht Quecksilbers, und er stand sieben Tage (und acht Nächte) an einem, dem unmittelbaren Zugange der Sonnenstrahlen beraubten, Orte, im August, wo selbst die Gränzen der Luftwärme, während des Versuches, $+ 9$ und 14° R. waren.

Da ich nun an die Messung und Prüfung der Luft gehen wollte, war eine genaue Bestimmung des wirklichen Umfanges derselben vor allen Dingen nöthig. Er war jetzt, (den Umfang zu Anfange des Versuches $= 1$ gesetzt) um $0,45$ vergrößert.

Durch wiederholte Prüfung fand sich diese Luft zusammengesetzt aus:

$0,62$ Kohlensäure -

$0,38$ Salpeterstoff - Luft.

Es ist nun zu bemerken, daß Pflanzen in eingeschlossener Luft den Gehalt dieser an Lebensluft so sehr vermindern können, daß davon auch kaum eine Spur, die durch Versuche abzuscheiden wäre, übrig bleibt; so daß dadurch selbst ein Verfahren gegeben ist, sehr reine Salpeterstoffluft zu bereiten. Wann unter diesen Umständen eine Pflanze (oder irgend ein

Theil eines Gewächses überhaupt) keine Sauerstoffluft in ihrem Luftkreise mehr einzuathmen hat; so scheint sie von nun an einige Zeit von allen Athmungen gleichsam zu ruhen. Denn man findet dann in zehn, sechzehn, ja zwanzig Stunden auch nicht die geringste Veränderung des Umfanges der eingeschlossenen Luft, welche indessen früher sich wahrnehmen läßt, wenn man mit abgeschnittenen, als mit — von der Mutterpflanze — nicht getrennten Theilen arbeitet. — Nach diesem Zeitraume nimmt der Luftumfang zu, und zwar durch Kohlensäureluft, — deren Ausathmung hier durch keine Einathmung bedingt ist.

Um aber zu zeigen, daß in dem vorliegenden Versuche mit Früchten „Salpeterstoffluft“ eingeathmet worden seyn muß, ist zu erinnern, daß die Luft, deren Bestandtheile eben angegeben wurden, aus

$$\begin{array}{l} (0,21 + 45 =) 0,66 \text{ Kohlensäure-} \\ + 0,79 \text{ Salpeterstoff-Luft} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} 0,66 \\ 0,79 \end{array}} \right\} = 1,45$$

hätte bestehen müssen, wenn nur Einathmung von Sauerstoff- und nur Ausathmung von Kohlensäureluft Statt gefunden hätte. Die ein und zwanzig Hunderttheile Sauerstoffluft der zum Versuche genommenen gemeinen Luft wären durch Kohlensäureluft ersetzt, und von gleicher Luft noch fünf und vierzig Hunderttheile außerdem, durch die Früchte ausgehaucht. — Aber, wäre das wirklich der Fall gewesen, so hätte die Untersuchung jener Luft nicht die obige, sondern — wie man durch

Rechnung findet — folgende Zusammensetzung wahrnehmen lassen (in runden Zahlen):

0,46 Kohlensäure-

0,54 Salpeterstoff-Luft.

Es sind demnach $(0,62 - 0,46 = 0,16$ der ersteren Luft „mehr“ $(46 + 16 = 62)$; dahingegen $(0,54 - 0,38 =) 0,16$ — das ist, eben so viel — der letzteren „weniger“ vorgefunden. — Und daraus folgt, daß die Früchte diese 0,16 Salpeterstoffluft eingenommen, aber durch den gleichen Umfang Kohlensäureluft ersetzt (und überhaupt $21 + 16 + 25 = 62$ dieser Luft ausgehaucht) haben.

Diese Auseinandersetzung mag genügen, zu zeigen, wie ich mich von dieser Einathmung überzeugte. — So groß wir aber auch im Folgenden die Uebereinstimmung finden werden, welche die Gewächse beym Athmen an den Tag legen; so scheint mir doch die eben in Rede stehende Athmung der Früchte Abweichungen zu gestatten; so daß ich jene mitunter nicht viel merklicher gewahren konnte, als bey den Blättern. — Mit der Salpeterstoffluft haben es die Pflanzen im Allgemeinen also nur wenig zu thun. — Wie sie sich überhaupt in reinen (unathmigen) nicht athembaren Luftarten verhalten: davon reden wir gelegentlich im Folgenden.

Fleischige (saftige) Pflanzen zeigen, wie späterhin noch mehr sich ergeben wird, in den, durch ihre Athmungen hervorgebrachten, Erscheinungen ein Verhalten, das von dem — in Beziehung auf jedes

andere Gewächs und dessen Einzeltheile — schon dargelegten eine bemerkenswerthe Abweichung darbietet. Ueber dieses Verhalten habe ich nachgeforscht, meine Versuche auf verschiedene, besonders den Gattungen: Cactus, Crassula, Sedum und Stapelia angehörende Arten ausdehnend.

Diese Pflanzen athmen bekanntlich eine merkliche Zeit hindurch Sauerstoffluft ein (zwey, drey, ja viermal zwölf Stunden, wenn sie einem heftigen Sonnenlichte vorher ausgesetzt gewesen waren), ohne in dieser Zeit eine merkliche Menge Kohlensäureluft auszuhauchen. Und bey jedem andern — „nicht fleischigen“ Gewächse findet man, wenn es in gleicher Lage sich befand: dafs es — bis auf eine Kleinigkeit — in einigen Stunden so viel Kohlensäureluft aus- als Sauerstoffluft eingeathmet hat.

So auffallend diese Erscheinung sich darlegen mag, so weicht sie doch, wie eine zahlreiche Folge von Versuchen mich gelehret, nur dem Grade nach von derjenigen ab, welche andere Gewächse hervorbringen. — Nach einem Zeitraume, wie der angegeben — der aber bey verschiedenen Pflanzen dieser Art schon wechselt, und von Umständen abhängig ist — fangen diese Pflanzen schon an, Kohlensäureluft auszuhauchen, für die eingeathmete Sauerstoffluft, das heist, für diejenige, die sie von nun an einathmen. Und dies dauert so fort, bis die Pflanzen wiederum die Einwirkung des Sonnenlichtes erfahren haben; obschon der Umfang der eingenommenen Luft,

den — der ausgegebenen fortwährend um eine Kleinigkeit übertrifft.

Dieser Zeitraum, nach dessen Abläufe diese Aushauchung (der Kohlensäureluft) der Einathmung folgt, zeigt sich also bey einzelnen Arten (selbst derselben Gattung) schon von verschiedener Grösse. Es ist höchst wahrscheinlich, daß dasselbe bey allen übrigen Gewächsen Statt finde; nur ist hier eine, Ueberzeugung gewährende, Bestimmung solcher Zwischenzeit schwer zu erlangen, um so mehr, da hier der Unterschied des Umfanges der eingeathmeten und der ausgehauchten Luft minder beträchtlich ist, als bey jenen Pflanzen. Sehr natürlich kann man somit eine Stufenfolge dieser „Zwischenzeit der entgegengesetzten Athmungen“ sich denken und annehmen, welche bey allen Gewächsen einen nur geringen Unterschied zeigt, der bey fleischigen Pflanzen beträchtlicher seyn muß, weil sie einen, einigermaßen, abweichenden Haushalt an den Tag legen.

An mehreren Stellen seines Werkes äußert Saussure die Meinung „daß diese Gewächse, ihres saftvollen Fleisches wegen, die Kohlensäure zurückhalten, und erst dann dieselbe ausgeben, wenn sie überflüssig sich angehäuft habe,“ eine Behauptung, zu deren Annahme auch alle, hierher gehörige, Erscheinungen vollkommen berechtigen. — Eben dieser Saftfülle ist also das hier betrachtete, abweichende Verhalten dieser Pflanzen auf Rechnung zu schreiben. — Wenn es wahr ist, wie es allerdings scheint, daß, mit Kohlensäureluft geschwängertes Wasser des

Erdbodens ein vorzüglicher Nahrungsquell den Gewächsen ist; so scheint es auf der anderen Seite nothwendig, daß die fleischigen Pflanzen auf mehrgedachte Art sich verhalten, und daß — so zu sagen — es ihnen angedeutet und angewiesen wurde, minder verschwenderisch mit der Kohlensäureluft umzugehen, als die übrigen Gewächse, da jene Pflanzen sehr wenig Nahrung aus dem Boden beziehen. — Hiermit übereinstimmend, und überhaupt merkwürdig, erscheint der Umstand, daß auch bey der Ausdünstung die fleischigen Pflanzen auf eine ganz ähnliche Weise sich verhalten, das heißt, daß sie — wie dieses jüngst durch den Herrn Professor Treviranus dargethan wurde ¹⁾ — bey weitem weniger ausdünsten, als andere Gewächse.

Zweyter Abschnitt.

Von den Athmungen der Pflanzen im Sonnenlichte.

Aus den Versuchserfolgen, die besonders Priestley und Ingenhouss erhielten, wenn sie Pflanzenblätter, mit Wasser bedeckt, dem Sonnenlichte ausgestellt hatten, haben nicht nur diese achtungswürdigen Gelehrte, sondern auch andere und spätere Schrift-

1) G. R. und L. C. Treviranus „Vermischte Schriften, anatomisch, und physiologischen Inhaltes.“ 1. B. S. 173.

steller, zu sehr allgemeine und unmittelbare Schlüsse gemacht: „über den Belauf der (die Beschaffenheit der Luft verändernden) Wirkungen der Gewächse auf unseren Luftkreis.“ — Freylich fing man späterhin an, das Verhalten der Pflanzen zur Luft, rücksichtlich der Veränderung, welche letztere dadurch erleidet, unmittelbar und geradehin zu prüfen, wodurch Erfolge gewonnen wurden, welche für die allgemein angenommene Meinung im Ganzen schlecht zu sprechen schienen. Senebier, Woodhuse, Link, besonders aber Saussure, fanden zwar, daß Pflanzen die gemeine Luft, mit der sie eingeschlossen waren, an Sauerstoffluft nicht reicher machten; — im Allgemeinen wurde aber doch die Meinung beybehalten, daß durch das Pflanzenleben eine „Verbesserung der Luft“ — und zwar eine erhebliche — allerdings Statt finde, was hauptsächlich wohl daher kam, weil andere, unter abweichenden und sehr verschiedenen Umständen angestellte, Versuche eine solche angezeigt haben sollten. So redet z. B. auch Herr H. Davy¹⁾ von einer beträchtlichen Verbesserung des Luftkreises, durch die, vermöge des Pflanzenlebens bewirkte, Umwandlung der Kohlensäure in Sauerstoff-Luft, und — selbst Herr Saussure, — obschon er im Ganzen diese „Luftverbesserung“ in Abrede zu stellen scheint — gibt an mehreren

1) Hy Davy „Elemente der Agrikultur-Chemie u. s. w.“ aus dem Englischen übersetzt von Fr. Wolff, Berlin 1814. S. 256 — 58.

Stellen seines Werkes dieselbe dennoch geradehin zu.¹⁾

Gehen wir hier — um bald darauf diese und andere Behauptungen näher zu würdigen — an die Betrachtung einiger Versuche, die ich, wie im vorhergehenden Abschnitte, aus bereits entwickelten Gründen, in geringer Menge gebe, und so, daß sie als Stellvertreter vieler ähnlichen anzusehen sind. Daß diese unter dem Einflusse des Sonnenlichtes angestellt worden, ist bereits gesagt; es ist nur noch zu bemerken, daß völlig weiße, meist recht dünnblasige, Behälter dazu genommen, und diese mit gewaschenem Quecksilber gesperret wurden; ein Paar Versuche ausgenommen, bey deren Beschreibung dieserhalb das Nöthige angemerkt werden soll.

I. Pflanzen und gemeine Luft.

1.

Zwey belaubte Weidenzweige (*Salix alba* L.), deren Rauminhalt $= \frac{3}{8} C''$ war, wurden, ungetrennt von der Mutterpflanze, unter eine Glasglocke gebogen, die 188 C'' gemeiner Luft enthielt. Durch ein hohes Gestelle war diese Vorrichtung so angebracht, daß sie, bey ungetrübtem Sonnenlichte, dieses recht reichlich empfangen mußte. Sie stand zehn Tage mit den dazu gehörigen Nächten, und empfing während der drey ersten und vier letzten

1) Man beliebe deshalb — z. B. nur — S. 74, 103 und 215. d. a. Werkes zu vergleichen.

Tage das Licht in ganz erwünschter Masse; wobey an diesen Tagen der neben der Glocke stehende Wärmemesser, im Durchschnitte während voller vier Stunden 33 — und ausserdem drey bis drey und eine halbe Stunde — 27 — 29° R. anzeigte.

Versuche dieser Art, die ich mit einzelnen, von der Mutterpflanze getrennten, oder, wie bey dieser Weide, nicht davon getrennten Zweigen, im Verhältnisse der Pflanze zur Luft = 1 : (400 bis) 600 für längere, oder = 1 : (200 bis) 300 für kürzere Andauer des Versuches, unter mannigfaltigen Abänderungen und Verhältnissen sehr häufig angestellt habe, gaben mir die Luft immer so wieder, daß ich keine Veränderung derselben, selbst durch die strengste Prüfungsart, wahrzunehmen vermogte. — Wurde dahingegen der Versuch mehr oder weniger verlängert, so fiel der Erfolg davon mit dem des nachfolgenden Versuches zusammen. — In einigen Versuchen liefs ich das Licht durch ein halberhabenes Glas auf die eingesperrten Pflanzen fallen; doch auch, ohne einen andern Erfolg erhalten zu haben, als den eben bezeichneten¹⁾.

1) Für diese Erfolge ist indess, rücksichtlich der „abgeschnittenen“ belaubten Zweige, zu bemerken, daß diese — selbst wenn sie in ein Gefäß mit Wasser tauchen — meist nur ein Paar Stunden die Ausstellung in ein starkes Sonnenlicht ertragen, ohne zu welken. Für kurze Zeit lassen sich dennoch Versuche dieser Art recht gut anstellen; nur muß das, die abgeschnittenen Zweige nährend, Wasser hier keine Kohlensäure enthalten, und durch genaue Gegenversuche der etwa Platz gehabte Einfluß des

Mit der chemischen Veränderung erfährt die, mit Pflanzen eingeschlossene, gemeine Luft auch eine physische; eine Verminderung nämlich, die bey gleicher Dichtigkeit der Luft zu Anfange und Ende des Versuches, der wahrnehmbaren „Umfangsverminderung“ entspricht, und die im geraden Verhältnisse steht mit der Zeit, während welcher die Pflanze eingeschlossen war. Die genaue Bestimmung ihrer Grösse ist schwierig, so viel indess gewiss, daß ein belaubter Zweig, — wie hier im Lichte wachsend, — erst nach mehreren Tagen den ihn umgebenden Luftkreis, (bey gleicher Dichtigkeit desselben), um seinen eigenen Rauminhalt vermindert hat, und daß der

Wassers auf die Veränderung der Luft, in Betracht gezogen werden. Abgeschnittene Zweige fleischiger Pflanzen ertragen ein starkes Sonnenlicht recht gut und ziemlich lange.

Was den angegebenen Erfolg dieses Versuches (1) betrifft, daß derselbe nämlich stets, entweder a) überall keine wahrnehmbare Veränderung der Luft anzeigt, worin eine Pflanze einige Zeit lebte, oder — wie sich gleich ergeben wird — b) eine Verminderung der Sauerstoffluft in dem (mit der Pflanze eingesperrt gewesenen) Luftkreise nachweist; so halte ich denselben, unter den bezeichneten Umständen, für einen solchen, der völlig „allgemein“ zu nehmen ist: ein Ausspruch, in dem eine sehr zahlreiche Reihe von Versuchen mich bestärkt, die ich mit zahlreichen Pflanzen sehr verschiedener Familien — darunter viele von jenen Gewächsen sind, die nur durch Kunst dem vaterländischen Boden entsteigen, und die ich in dem mir nicht fernen, hochgräflichen Garten in Ivenack und dessen Gewächshäusern, die freundlich und lieblich schon oft mir zugesprochen haben, zu beobachten Gelegenheit fand — angestellt habe.

Grad dieser Verminderung — die in verzehrter Sauerstoffluft gegründet ist — für verschiedene Pflanzen etwas verschieden scheint; — was ich künftig bestimmter anzeigen zu können gedenke.

2.

Ein Zweig der Ceder (*Pinus Cedrus* L.), $\frac{7}{8}$ C" einnehmend, wurde mit 63 C" gemeiner Luft eingeschlossen, und um 9 Uhr des Morgens dem Lichte freygestellt, welches stark darauf einwirkte. Um fünf Uhr des Abends, da noch das Licht fortwährend auf die Glasglocke fiel, die Luft mehrere Male prüfend, fand ich dieselbe, im Mittel, aus:

0,01 Kohlensäure -

0,19 Sauerstoff -

0,80 Salpeterstoff - Luft

bestehend.

Ändert man, in Versuchen dieser Art, das hier angegebene Verhältniß des Umfanges der Pflanze zur Luft, und zwar so, daß das der ersteren vermehrt wird, — wobey es indess immer schwieriger wird, die unmittelbare Berührung der Blätter mit ihrem Behälter zu verhindern; — so ist die Verderbnis (Verschlimmerung) der Luft (d. i. hier — Zunahme derselben an Kohlensäure - und Abnahme an Sauerstoff - Luft) stets beträchtlicher. Im entgegengesetzten Falle (das Umfangsverhältniß der Pflanze zur Luft vermindernd) wird diese Verschlimmerung unmerklicher, und so findet man, stufenweise und endlich, das im vorhergehen-

den Versuche (1) angegebene Verhalten, die angegebene Wirkungsmächtigkeit der Pflanzen, wieder.

3.

a. Ein Paar Zweige der *Asclepias fruticosa* L. wurden (unabgetrennt von der Pflanze), auf ähnliche Art wie im ersten Versuche, unter ein Glasgefäß gebracht, worin sie zwey Monate und einige Tage darüber verweilen mußten. Der Behälter faßte 386,5 C'', während die Zweige, so weit sie eingeschlossen waren, ganz nahe $\frac{3}{4}$ C'' einnahmen. An mehreren Tagen empfing diese Vorrichtung zwar wenig Sonnenlicht; dafür half ich indess an einigen minder heiteren Tagen diesem Umstande dadurch nach, daß ich das, sparsam zu Gebote stehende, Licht durch ein halberhabenes Glas den Pflanzen zufallen liefs, — doch nicht in dem Grade, daß sie dadurch leiden konnten. — Die Luft wurde nun geprüft; sechs einzelne Untersuchungen derselben, deren Mittel ich hereschreibe, zeigten darin:

0,006 Kohlensäure -
0,196 Sauerstoff -
0,798 Salpeterstoff - Luft.

b. Eben dieser Versuch wurde ganz auf dieselbe Art wiederholt, mit dem Unterschiede nur, daß 1) zwey andere Zweige derselben Pflanze genommen wurden, die $\frac{7}{8}$ C'' einnahmen, 2) daß der Versuch fünf Tage länger währte, und 3) daß an den vier letzten Tagen fast alles, strahlend

auffallende Sonnenlicht abwesend war. Die Prüfung der Luft wurde wie im vorstehenden Versuche unternommen, und ihr zu Folge bestehend gefunden, aus:

0,015 Kohlensäure-

0,190 Sauerstoff-

0,795 Salpeterstoff - Luft.

4.

Zwey Wassermünz-Pflänzchen, die in einem Scherben bereits kräftig emporgewachsen waren, und nahe 1 C^u Raumes einnahmen, wurden in einen mit 235 C^u gemeiner Luft gefüllten Behälter gebracht. Der Blumenscherben stand zwey Zoll tief unter „luftsattem“ Wasser; so dafs also dieses den Inhalt jenes Glasbehälters zugleich sperrte¹⁾. Während der Andauer dieses Versuches — vier Wochen hindurch — war das Wetter so ziemlich günstig; die, die Pflanzen umgebende, Luft wurde fleißig — im Durchschnitte

1) Ich bediente mich hier desselben Verfahrens, welches ich im ersten Abschnitte oben (im ersten, dort beschriebenen, Versuche) angedeutet habe. Der zu diesem, unter verschiedenen Abänderungen öfter wiederholten, Versuche benutzte Kolben hatte eine Oeffnung, deren Durchmesser kaum anderthalb Zoll betrug; — weshalb denn auch die Wirkung des Wassers auf die Luft, — zu deren Schätzung, wie oben, ein Nebenversuch mich in Stand setzte, und die vom dargelegten Erfolge schon abgezogen ist — nur sehr geringfügig war. — In dem, die Pflanzen umschliesenden, Behälter wurde hier eine merkliche Menge Kohlensäureluft erzeugt, worauf das Wasser sehr lösend wirkte; — das wollte ich mir hier indess gefallen lassen.

immer nach drey Tagen — geprüft, indem immer nur die zur Prüfung nöthige Menge davon herausgenommen wurde.

Dreymal war die Luft nun schon, jedes Mal nach drey Tagen, genau geprüft: es waren nur Theile eines Hunderttheiles an Sauerstoffluft verschwunden; der Gehalt an Kohlensäureluft von 0,001 auf 0,004 gestiegen. Das Wetter war, bisher, im Allgemeinen, gut und selbst recht heiter gewesen. — Es vergingen nun sieben Tage, während welchen die Pflanzen vom Lichte wenig, mehrere Stunden oft überall nicht, getroffen wurden, und die Luftwärme wechselte zwischen $+ 10 - 16^{\circ}$ R. — Die jetzt geprüfte Luft enthielt:

0,025 Kohlensäure -

0,170 Sauerstoff -

0,805 Salpeterstoff - Luft.

Mitunter lange und ununterbrochen wirkte das Licht nun einige Tage auf diese Vorrichtung. Seit der vorhergehenden Prüfung schritt ich nun am dritten Tage, während die Sonne noch heftig brannte, an die Untersuchung der Luft, welche als Bestandtheile angab:

0,005 Kohlensäure -

0,185 Sauerstoff -

0,810 Salpeterstoff - Luft.

Von jetzt an mogte die Sonne nun noch so stark brennen, das Licht mogte gemildert oder verstärkt einwirken; so fand ich doch im Allgemeinen nur das der Reihe nach wieder, was ich hier dargelegt habe:

Abnahme nämlich an Sauerstoffluft, und theilweise Wiederersetzung derselben bey starkem Sonnenlichte.

5.

Die Athmungen der fleischigen Pflanzen haben wir, so sehr sie auch abweichend erschienen von denen der übrigen Gewächse, mit diesen schon in eine Reihe gestellt; was denn auch hier, bey Betrachtung der Athmungen jener Pflanzen im Lichte, uns gelingen wird. Beym rechten Lichte betrachtet, verhalten sie sich in der That völlig wie andere Gewächse. — Hier ein Paar Beyspiele:

Cactus tetragonus, 2,6 C'', mit 132 C'' gemeiner Luft eingesperrt, wurden an einen recht sonnigen Ort gestellt. Am Abende des zehnten Tages fand sich die, den Cactus umgebende, Luft um 2,1 C'' vermindert, und enthielt genau:

0,202 Sauerstoff-

0,798 Salpeterstoff-Luft.

Die darin enthaltene Kohlensäure entsprach der in der gemeinen Luft davon vorhandenen Menge.

Cactus indica, mit der 273fachen Menge seines Umfanges gemeiner Luft eingesperrt, hatte diese in 6, sehr heiteren, Tagen weder an Umfange noch in ihrer Beschaffenheit merklich verändert; was indeß nach längerer Zeit allerdings der Fall gewesen war.

Um sich nicht, wie es schon geschehen ist, in Versuchen über die Athmungen dieser fleischigen Pflanzen täuschen und irre führen zu lassen, bedarf

es einer Behutsamkeit, auf welche ich hier aufmerksam machen muß. — Aus dem bekannten, im ersten Abschnitte beredeten, Verhalten dieser Pflanzen zur Luft — namentlich zur Kohlensäureluft — ergibt sich nämlich schon die Nothwendigkeit: diese Versuche unter denselben äußeren Verhältnissen, unter denen sie angefangen wurden, auch zu Ende gehen zu lassen. — Zu dem Ende bringe man den, zu einem solchen Versuche bestimmten, Pflanzenzweig unter ein Glasgefäß, und stelle dieses in starkes Sonnenlicht, so daß der Pflanzentheil der ganzen Tageshitze freygegeben ist. In welchem Grade Licht und Wärme der Vorrichtung zufließen, und wie lange ihre Einwirkung dauert, das darf nicht unbeachtet bleiben. — Man hat hierbey, da dieses nur „Vorbereitung zum Versuche“ ist, nicht nöthig, den Behälter zu sperren; es sey denn, man wolle doch die Statt gehabte Veränderung der Luft — die in diesem Falle vermehrt seyn wird durch Sauerstoffluft — erfahren. Wie man bald leicht einsehen wird, hat diese ausgehauchte Sauerstoffluft ihren Grund in der, in der Pflanze angehäuften und durch das Licht leicht in chemische Bewegung zu setzenden, Kohlensäureluft, deren Einfluß eben durch jene „Vorbereitung“ aus dem Wege geräumt werden soll.

Wenn nun jener Pflanzenzweig, während noch die Sonne auf ihn scheint, in den Glasbehälter, dessen Inhalt durch gemeine Luft zu füllen ist, (diejenige austreibend, worauf die Pflanze, in dem nicht gesperrten Behälter, wirkte), gebracht und in's Licht

gestellt ist; so muß man, nach einigen Tagen, Wochen oder Monaten, um dann von der Beschaffenheit dieser Luft sich zu überzeugen, den Versuch dann beenden, wenn zuvor die Licht- und Wärme-Grade mit den, bey jener Vorbereitung einwirkenden, mehr oder etwas minder — am besten aber — möglichst auf dieselbe Weise ihren Einfluß gezeigt haben. — Bey diesem Verfahren erhält man die Erfolge, die ich eben bezeichnete; die von mir angegebenen Vorsichtigkeits-Maßregeln aber nicht beachtend, wird man die Pflanzen, von denen wir hier reden, fast immer ihren Luftkreis mehr verbessern sehen, (wie es Saussure ergangen ist), — oder auch mehr verderben, als es wirklich der Fall ist.

6.

a. Einen (abgeschnittenen) belaubten Kirschlorbeer-Zweig, der (wegen öfterer Erneuerung desselben nur dem Augenmaße nach geschätzt) etwa $\frac{1}{6}$ C'' Raum einnahm, wurde mit 89 C'' gemeiner Luft in einem flachen, mit in Wasser gelöstem, ätzenden — sehr reinen — Laugensatze gefüllten, Glasschälchen eingeschlossen, und an einen recht sonnigen Ort gestellt. — Jeden Morgen erneuerte ich diesen Zweig, indem ich den heute gebrauchten schon am Abende aus der Glocke nahm und ihn wegwarf.

b. Neben dieser Vorrichtung stand eine andere, der eben beschriebenen in allen Stücken sehr ähnlich. Es obwaltete nur der Unterschied, daß hier — in dieser — keine Pflanze einwirkte auf die eingeschlos-

sene Luft; sondern lediglich das ätzende Laugensalz.

Nach sieben Tagen, von denen vier recht heiter, die übrigen aber trübe waren, ging ich an die Prüfung der Luft, deren Bestandtheile ich hier im Mittel angeben will, aus den Zahlen von drey Untersuchungen der Luft jedes Glasbehälters. Es enthielt dieselbe:

im Gefäße a. — 0,193 Sauerstoff -

0,807 Salpeterstoff-Luft (mit einer, nur eben wahrnehmbaren, Spur von Kohlensäureluft),

im Gefäße b. — 0,202 Sauerstoff -

0,798 Salpeterstoff-Luft.

Mehrere Versuche dieser Art, in denen mitunter die Stelle der ätzenden Pottasche durch Kalkwasser vertreten wurde, dem reine Kalkerde eingemengt war, zeigten übereinstimmend Lufteinsaugung, sowohl in dem einen Zweig enthaltenden Behälter, als in demjenigen, worin ein solcher nicht vorhanden war, und die Lufteinsaugung zeigte sich um so stärker — besonders bey „nicht fleischigen“ Pflanzen, — wenn diese auch die Nächte in dem beschriebenen Behälter zubringen, und mehr im Schatten als im Lichte stehen mußten. — Wie wir bald sehen werden, fand Saussure eine solche Lufteinsaugung auch bey der, ihm zu Versuchen dienenden, Cactus Opuntia, und nahm daraus Gelegenheit, zu behaupten: „diese Pflanze hauche die Kohlensäureluft, die sie enthalte, im Lichte aus, um sie zu zerlegen (in Kohlenstoff- und freye Sauerstoff-Luft); der Kalk aber

— oder die Pottasche — nehme diese Kohlensäure weg, welches die Ursache sey, daß diese Pflanze in solchem Versuche nicht mehr Sauerstoffluft aushauche, als sie zuvor eingenommen, da sie sonst mehr aushauche, als sie eingeathmet habe,“ — Behauptungen, deren Unzulässigkeit ich bald beweisen werde.

7.

Bevor ich weiter gehe, muß ich einen besonderen Versuchserfolg hier noch bezeichnen, den ich erhielt, wenn ich einen belaubten Pflanzenzweig in ein Glas bog, worin sein Umfang zu dem der, mit ihm eingeschlossenen, gemeinen Luft, z. B. $= 1 : 100$ u. s. w. sich verhielt ¹⁾, und solche Vorrichtung traf, daß ein oder ein Paar Blätter den, in starkes Sonnenlicht gestellten, Behälter berührten. Diese Blätter fingen dann oft an zu welken, welkten selbst merklich, während die meisten der, die Wände des Behälters nicht berührenden, übrigen Blätter ein noch ganz frisches, gesundes Ansehen hatten. Zog

1) In einem solchen Verhältnisse können Zweige in den meisten Fällen nicht in ein Glas geschlossen werden, daß nicht mehrere Blätter dasselbe berühren sollten. Dies habe ich in den Fällen, da ein größerer Umfang der Pflanze auf eine gegebene Luftmenge im Lichte wirken sollte, dadurch verhindert, daß ich die Pflanze (oder einen einzelnen Zweig derselben) zunächst mit einem feinen Zwirnetze umgab, dessen Maschen sehr weit waren, und das, auf keine der Rede werthe Art, die Blätter zusammenzwängte.

ich nun diesen Zweig aus dem Glase hervor, und prüfte die eingeschlossene Luft; so fand ich diese ärmer an Sauerstoff - und verhältnismässig sehr reich an Kohlensäure - Luft, (die den absterbenden (welkenden) Blättern entstammte), und zwar schon nach einigen Stunden.

Wenn nun, wie gleich gezeigt werden soll, Pflanzen eine Menge, in ihrer Umgebung gegenwärtiger, Kohlensäure - in Sauerstoff - Luft umschaffen können; so darf man fast sich wundern, dieses hier durch die (mindestens anscheinlich) gesund gebliebenen Blätter nicht bewirkt zu sehen. Man kann zwar annehmen, es sey vor Beendigung des Versuches der Kohlensäureluft mehr, der Sauerstoffluft aber weniger gewesen; so daß in der That durch jene gesunden Blätter diese letztere Luft vermehrt worden sey, auf Kosten der ersteren. Diese Annahme erklärt indess die Erscheinung nur zum Theil; da doch bis zu Ende des Versuches gesunde Blätter vorhanden, und, wie andere Versuche lehrten, Mangel an Zeit nicht Hinderniß der Anshauchung von Sauerstoffluft gewesen war. Brachte ich einen frischen Zweig in den beredeten, Kohlensäure enthaltenden, Luftkreis; so wurde Sauerstoffluft ausgehaucht. Eben dies war der Fall, wenn ich einige Blätter dieses (frischen) Zweiges, zwischen zwey heißen Metallplatten zuvor zusammenschrumpfen ließ.

II. Pflanzen und vermischte (Dunst- und) Luftarten.

8.

Diesem, jetzt zu beschreibenden, Versuche dienten die Münzpflanzen in derselben Vorrichtung, die oben beschrieben wurde. Ich trieb etwa den zwanzigsten Theil des darin eingeschlossenen Luftkreises — der 0,19 Sauerstoffluft enthielt — heraus, liefs eben so viel Kohlensäureluft hineintreten, und stellte diesen Behälter nun in starkes Sonnenlicht. Nach 6 Stunden die Luft prüfend, wurden darin gefunden:

0,006 Kohlensäure -

0,225 Sauerstoff -

0,769 Salpeterstoff - Luft.

Am folgenden Tage, der eben so heiter war als der gestrige, wurde eben so ein Zwanzigstel der Luft des Behälters ausgetrieben und durch die gleichkommende Menge Kohlensäureluft ersetzt. Die Abends geprüfte Luft enthielt:

0,030 Kohlensäure -

0,248 Sauerstoff -

0,722 Salpeterstoff - Luft.

Am dritten Tage wurde der Versuch auf dieselbe Art wiederholt, bey nur wenig schwächerem Sonnenlichte. Die am Abende untersuchte Luft enthielt:

0,065 Kohlensäure -

0,270 Sauerstoff -

0,665 Salpeterstoff - Luft.

Aufs Neue zugesetzte Kohlensäureluft würde nun nur schädlich gewesen seyn, da der Luftkreis der Münzen noch zureichend damit versehen war, um durch diese an Sauerstoffluft bereichert werden zu können; was auch wirklich einige Tage noch der Fall war, obschon mit jedem Tage in geringerem Grade.

Nach 8 Tagen, während welcher Zeit das Sonnenlicht mir fast gar nicht zu Gebote stand, und die Pflanzen, indem ich ihren Behälter aufgedeckt hatte, in der freyen Luft fortlebten, wiederholte ich den Versuch ganz so, wie es eben umständlich angegeben worden. Der Erfolg war derselbe, nur etwas schneller verlaufend; am Abende des sechsten Tages nahm ich nur so eben noch Statt gehabte Aushauchung von Sauerstoffluft wahr. Am Abende des vierten Tages enthielt übrigens schon die (von 0,06 Kohlensäure - gewaschene) Luft — 0,288 Sauerstoffluft.

Im Allgemeinen zeigten nicht nur Versuche dieser Art, sondern vielmehr noch andere, in denen belaubte Zweige von, in der Erde gewurzelt habenden, Pflanzen in eine mit Quecksilber gesperrte Glasglocke gebogen wurden, die einen ähnlichen Luftkreis enthielt, wie in diesem vorliegenden Falle: daß Blätter lange Zeit über fähig bleiben, Kohlensäure - durch Sauerstoffluft zu ersetzen, wenn diese erstere ihnen in nicht zu großer Menge dargeboten wird. — Sausure hat für den hier betrachteten Fall, wo Pflanzen sich in, mit Kohlensäure - vermischter (oder vermengter) gemeiner Luft im Lichte befinden, zuerst gute und recht gewichtige Versuche beschrie-

ben¹⁾. Ich mußte hier die Beschreibung meiner Beobachtungen umständlicher und weitläufiger niederlegen, als ich es eigentlich wünschte, — um die, offenbar bemerkenswerthe und bis dahin nicht gekannte, Erfahrung recht anschaulich zu machen: daß die Umwandlung der Kohlensäure- in Sauerstoff-Luft im verkehrten Verhältnisse steht mit der Zeit, in welcher sie (unter den oben verzeichneten Umständen) vor sich geht.

9.

Zwey und einen halben Cubikzoll vom *Cactus tetragon.* und der *Stapelia variegata* L. brachte ich in eine Glasglocke, welche neun und achtzig Cubikzoll gemeiner Luft enthielt, der eine ungemessene, — etwa die Hälfte des Luftumfanges betragende — Menge Kohlensäureluft zugefügt worden war. An einem ungemein heiteren, herrlichen Tage war diese Vorrichtung heftigem Sonnenlichte, in welchem der neben der Glocke stehende Reaumur'sche Wärmemesser auf fünf und dreyßig Grade stieg, freygestellt, und zwar von neun Uhr des Morgens bis fünf Uhr des Abends. Der Luftinhalt der Glasglocke wurde nun gewaschen (von der noch übrigen Kohlensäureluft)

1) a. a. O. S. 37. u. folg. — Ich enthalte mich deshalb hier der — nur umständlich zu gebenden — Beschreibung ähnlicher Versuche, die ich anstellte und die mir abweichende Erfolge gaben, welche letztere ich — auf kürzerem und minder langweiligem Wege — weiterhin an Saussure's Versuchen bemerklich machen zu können glaube; — wie ich hoffe, zum Beyfall der Leser.

und die Untersuchung desselben liefs den beträchtlichen Gehalt von

0,41 Sauerstoffluft darin finden.

Am ersten folgenden, und am zweyten und dritten Tage wurde der Versuch wiederholt, nicht nur mit denselben Cactus- und Stapelia - Zweigen, sondern auch in derselben, auf dieselbe Art mit Luft gefüllten, Glasglocke. Obschon nun auch das Licht ganz nach Wunsche einwirkte, hatten meine Zweige doch des Guten schon zuviel gethan. Drey Hunderttheile Sauerstoffluft hatten sie am ersten, zwey Hunderttheile am zweyten Tage ihrem Luftkreise gespendet, d. h. demselben zugefügt. Und um ihre Kraft, aus Kohlensäureluft die Sauerstoffluft zu schaffen, war es nun geschehen; denn weder am dritten, noch an einigen folgenden Tagen vermochten sie, auch nur einen Hunderttheil davon auszuathmen.

In vielen Versuchen, die, wie die eben dargelegten, angestellt wurden, mit gemeiner Luft, deren dritter oder vierter Theil, oder deren Hälfte Kohlensäureluft war, wurde immer eine ausgezeichnete Menge an Sauerstoffluft gewonnen. Wenn ich von der gemeinen Luft, die nebst Pflanzen (oder deren belaubten Zweigen oder gar nur einzelnen Blättern) in einer Glasglocke enthalten war, an mehreren, zum Versuche dieser Art tauglichen, Tagen einen mehr oder minder beträchtlichen Umfang heraustrieb aus dem Gefäße, — und nicht nur diesen Luftumfang durch Kohlensäureluft ersetzte, sondern auch täglich die

Pflanzen erneuerte, das heisst, durch andere ersetzt —; so gelangte ich dahin, in den ersten Tagen dreyssig, vierzig, ja funfzig Hunderttheile ausgehauchter Sauerstoffluft vorfinden zu können. Auch ohne mein Erinnern ist es klar, dass, dafern dasselbe Verfahren mit derselben Luft oft genug wiederholt wird, — nicht nur eine Luft erhalten werden kann, worin sich kaum ein Paar Hunderttheile Salpeterstoffluft befinden (die durch Untersuchung gefunden werden können); sondern dass man auch dahin gelangt, eben diesen Luftkreis so verändert anzutreffen, dass er als Sauerstoffluft erscheint, worin die Salpeterstoffluft, der unendlich geringen Menge wegen, nicht mehr wahrzunehmen ist.

10.

a. Es galt nun einigen Versuchen mit Pflanzen, deren Zustand und äusseres Ansehen der Mehrzahl meiner Leser hier sicher wenig Hoffnung übrig gelassen hätte, rücksichtlich der Fähigkeit, Sauerstoffluft hervorzubringen.

Ein Zweig von *Cactus tetragonus*, der, abgeschnitten, fünf ganze Wochen hindurch im Schatten gelegen, und ein zusammengeschrumpftes, auf ein bereits begonnenes Absterben hindeutendes, krankes Ansehen hatte, wurde in einer, acht Hunderttheile Kohlensäureluft enthaltenden, gemeinen Luft, drey und eine halbe Stunde hindurch, dem gerade stark brennenden Sonnenlichte ausgestellt. Der Cactus nahm einen und einen halben Cubikzoll ein,

während die kleine Glasglocke das vier und dreyßigfache (dieses Umfanges) der angeführten Luft einschloß. — Nachdem der Versuch zu Ende gegangen und die noch überbliebene Kohlensäureluft durch vorsichtiges Waschen der Luft entfernt war, wurden darin — ohne Zweifel wider Erwarten meines Lesers — fünf und zwanzig Hunderttheile Sauerstoffluft vorgefunden.

b. Zweige von *Stapelia hirsuta*, *Cactus indica* (und von anderen fleischigen Pflanzen in anderen, gleichen Erfolg gebenden Versuchen) zerschnitt ich der Länge nach¹⁾ in dünne Streifen und brachte sie in einen Glasbehälter mit gemeiner, aber acht Hunderttheile Kohlensäure enthaltender Luft, die darin zu jenen Pflanzenabschnitten dasselbe Umfangs-Verhältniß hatte, als im vorstehenden Versuche (10. a.). Wie dort, so wurde auch hier die gewaschene Luft geprüft, sie enthielt fünf und zwanzig und einen halben Hunderttheil Sauerstoffluft. — Diese Vorrichtung hatte vier Stunden, und noch etwas darüber, im Lichte gestanden. — Dafs frische und eben erst abgeschnittene Zweige dieser Pflanzen den beschriebenen Erfolg gleicherweise geben, und noch erheblicher, das ist leicht zu erwarten,

1) Es ist übrigens ganz gleich und im Erfolge kein Unterschied, wie auch die Schnitte geführt werden mögen. Die in die Länge geführten geben aber Streifen, welche in Versuchen eine bequemere Anwendung zulassen, somit vorzuziehen sind.

und ich brauche dies daher nicht weiter anzumerken.

c. Drey Viertel eines Cubikzoll Wurzel-Blätter des *Polemonium gracile* Willd. wurden dem etwas gemilderten Sonnenlichte, während einer Stunde, ausgesetzt, in einem Behälter, welcher sieben und dreyßig Cubikzoll gemeiner, sechs Hunderttheile luftförmiger Kohlensäure enthaltender, Luft unischloß. Die Blätter kamen in den Behälter, nachdem sie so eben der Quere nach zerrissen und zerschnitten waren. — Dennoch, und trotz dieser, ich möchte fast sagen „grausamen“ Behandlung waren anderthalb Hunderttheile Sauerstoffluft durch dieselben ausgehaucht worden. Wurde der Versuch mit zarteren, und dabey verhältnißmässig mehr saftigen Pflanzenblättern angestellt; so hielten diese sich nur kurze Zeit, ohne zu welken, und hatten nur etwa einen Hunderttheil, oder kaum so viel Sauerstoffluft ausgehaucht — versteht sich, unter den Umfangsverhältnissen, die hier eben angegeben sind. Dagegen brachten es minder zarte Blätter weiter in dieser Ausathmung (die man, dem Vorstehenden zu Folge, also zu nennen vielleicht wenig Neigung finden mag —), und um so mehr, je länger sie, im zerschnittenen Zustande, die Einwirkung des Lichtes litten, ohne zu welken; welches Letztere immer unter starker Einsaugung von Sauerstoffluft vor sich geht, mit noch stärkerer Ausstossung von Kohlensäureluft.

Aus gemeiner Luft wurde durch brennenden Phosphor Salpeterstoffluft bereitet¹⁾; dieser so viel Kohlensäureluft zugesetzt, daß von letzterer zehn Hunderttheile darin enthalten waren. Das Luftgemenge betrug neun und achtzig Cubikzolle. Darin brachte ich einen, ganz nahe drey Viertel eines Cubikzolles einnehmenden, Epheu-Zweig (*Hedera Helix* L.), und stellte die ihn einschließende Vorrichtung, die, wie immer, mit Quecksilber gesperret war, während eines heiteren Tages dem Sonnenlichte aus. Abends stellte ich drey einzelne Untersuchungen der Luft an, worauf die Epheu-Blätter gewirkt hatten; denen zu Folge diese Luft bestand, aus:

0,007 Kohlensäure -

0,086 Sauerstoff -

0,907 Salpeterstoff - Luft.

Am folgenden Tage brachte ich eben jenen Zweig in denselben Behälter, der nun mit einem Gemenge aus fünf und neunzig Theilen Salpeterstoffmit fünf Theilen Kohlensäure - Luft gefüllt war, und wiederholte den Versuch. Obgleich ich das stark strahlende Sonnenlicht in etwas zu schwächen mich

1) Die geringe Menge des, in der wohl gewaschenen — auf gedachte Weise bereiteten — Salpeterstoffluft verbleibenden, Phosphordunstes kann hier als „nicht vorhanden“ betrachtet werden, da — und in sofern dieser Versuch mit einer (— durch Pflanzenblätter selbst bereiteten [vergl. den ersten Abschnitt]) weder schädliche Luft - noch Dunstarten enthaltenden, Salpeterstoffluft denselben Erfolg wahrnehmen liefs.

bemüht hatte; mußte doch, im Vergleiche mit der Andauer des gestrigen Versuches, schon früh zur Untersuchung der Luft geschritten werden; denn das Ansehen der Blätter liefs das schon eben begonnene Absterben vermuthen. Die Vermuthung fand sich wirklich gegründet. Es war mir nun anfänglich auffallend und befremdend, durch die, wie im gestrigen Versuche vorgenommene, Untersuchung den Luftkreis meiner Epheu - Blätter so zusammengesetzt zu finden, wie ich es eben angab, d. h. unverändert. Doch ich war mit der Erklärung bald fertig, die man eben nicht in Abrede stellen wird. Aus mehr als einem Grunde ist es nämlich nicht anzunehmen, daß gar keine Athmungen Statt gefunden haben sollten; und es ist daher sehr wahrscheinlich, daß in diesem Versuche anfänglich wirklich noch eine geringe Menge Sauerstoffluft ausgeathmet worden, diese aber bald darauf wieder verschwunden sey, weil die Blätter, obgleich nur auf eben bemerkliche Art, zu welken doch angefangen hatten.

Es würde im vorstehenden Versuche sicher ein geringer Antheil ausgeathmeter Sauerstoffluft angetroffen worden seyn, wenn er nur früher beendigt wurde. Aus anderen Versuchen weiß ich es nämlich, daß unter den hier in Rede stehenden Umständen bald sehr wenig Sauerstoffluft durch Pflanzen hervorgebracht wird, bald aber auch gar keine¹⁾. Letz-

1) „Unter den in Rede stehenden Umständen“ — sage ich, wird wenig oder auch wohl überall keine Sauer-

teres war fast immer der Fall, wenn der angewandte Luftkreis am ersten Tage zehn (oder gar noch mehr) Hunderttheile Kohlensäureluft enthielt, und nun am andern Tage der Versuch wiederholt wurde mit Salpeterstoffluft, die mehr denn vier oder fünf Hunderttheile Kohlensäureluft enthielt. War aber im Gegentheile der Zusatz der letzteren Luft geringfügiger, vorzüglich am ersten Tage, dann wurde am zweyten noch eine grössere Menge Sauerstoffluft ausgehaucht.

Dafs Pflanzen den Reiz der Kohlensäure besser und länger ertragen in gemeiner Luft, der man Kohlensäureluft zugesetzt hat, als in jeder anderen — hiermit vermengten — Luftart, das ist allerdings merkwürdig. Die hier oben beschriebenen Versuche

stoffluft mehr ausgehaucht. Es ist hierunter der Fall zu verstehen, da ein „abgeschnittener“ belaubter Pflanzenzweig zum zweyten Male in einen, viel „Kohlensäure“ enthaltenden, Luftkreis gebracht, und darin dem Sonnenlichte ausgestellt wird. — Oben sagte ich zwar bereits, dafs dergleichen (abgeschnittene) Zweige die Einwirkung starken Lichtes meist nur auf kurze Zeit ertragen; Zweige von baum- und strauchartigen Gewächsen halten sich indess im Durchschnitte länger als die irgend einer krautartigen Pflanze; u. namentlich lassen sich jene mit lederartigen Blättern (davon der Epheu ein Beyspiel abgeben kann), nach dem Abschneiden von der Mutterpflanze, recht gut — mindestens zwey Tage hindurch — zu den gedachten Versuchen im Sonnenscheine gebrauchen, ohne dafs man — rücksichtlich des Welkens — eines unsicheren Erfolges wegen, besorgt zu seyn nöthig hat. — Diese (abgeschnittenen) Zweige folgen in der angezogenen Hinsicht — d. i. in dem Grade, in welchem sie, im genannten Zustande, den Reiz des Lichtes ertragen können, ohne sichtbar und augenscheinlich zu leiden — denen der fleischigen Pflanzen auf der Spur.

habe ich mit mehreren Luftarten, denen verschiedene Mengen Kohlensäureluft hinzugefügt wurden, wiederholt; indem ich, um den Erfolg mit einiger Sicherheit vergleichen zu können, belaubte Zweige nur einer Pflanze (*Lycium barbarum* L.) hierzu verwandte. Es ging daraus hervor, daß Pflanzen früher unterliegen und welken mußten, wenn sie mit, Kohlensäureluft enthaltender, — Sauerstoff-, Salpeterstoffoxydul-, Salpeterstoff-, Wasserstoff-, Kohlenoxyd-, Kohlenwasserstoff-Luft, Blaustoff-, Blaustoff-Wasserstoff-Dunst, Salpeterstoffoxyd-, und Schwefelwasserstoff-Luft — im Lichte — in Gegenwirkung kamen; als wenn dieses mit gemeiner Luft der Fall war. — In dieser Beziehung folgen aber der gemeinen Luft offenbar, und zwar auf der Spur, die Sauerstoff- und Salpeterstoffoxydul-Luft, die — was merkwürdig ist — mit jener das gemein haben, daß sie den Thieren athembar — das Leben unterhaltend — sind. — In der vorstehenden Reihe folgen die Luftarten so auf einander, wie sie, mit Kohlensäureluft gemengt, am wenigsten der darein gesperrten Pflanze schaden.

Saussure fand ebenfalls, daß die, Kohlensäure enthaltende, Salpeterstoffluft den Pflanzen nachtheilig sey; einige Sumpf- und auch Erbsen-Pflanzen sind ihm darin gestorben. Dieser gelehrte Physiker stellte auch Versuche an, durch welche er erfahren wollte, und — wie wir sogleich sehen werden — erfahren zu haben glaubt, wie der Erfolg sey, wenn der in Salpeterstoffluft lebenden Pflanze (im Lichte)

1) die von derselben ausgehauchte Sauerstoff-
oder

2) die ebenfalls ausgehauchte Kohlensäure-Luft
entzogen wird. Dies wurde bewerkstelliget durch ein
genäßtes Gemenge aus Eisen und Schwefel oder durch
geschwefelte Pottasche im ersten, durch reine Kalk-
erde oder Pottasche im andern Falle. Meinen Lesern
zur Bequemlichkeit will ich hier herschreiben, was er
erzählt und wie er die Versuche anstellte¹⁾, indem
ich ihn selbst reden lasse:

„Eine Pflanze von *Polygonum Persicaria*“ sagt
er, „verhielt sich, fünf Wochen hindurch, unter
einem Recipienten mit Stickgase, in welchem ich con-
centrirte Schwefelleber (*Hydrosulfure de Potasse*) auf-
gehängt hatte, beynahe ganz so wie der rothe Wei-
derich (*Lythrum Salicaria*); (nämlich) sie entwickelte
sich darin gar nicht, und verlor zwey Blätter nicht
weit von den Wurzeln; sie starb nach Verlauf des
angegebenen Zeitraumes bloß durch eine zu starke
Einwirkung der Sonnenstrahlen, vor welcher ich nicht
Sorge getragen hatte, sie zu schützen.

Die Pflanzen, welche ich im Stickgase in der Sonne
vegetiren ließ, starben darin weit schneller als in der
gemeinen atmosphärischen Luft, wenn ich darin le-
bendigen Kalk oder Pottasche in ihre Nachbarschaft
gehängt hatte.“

„Es ist sonderbar zu sehen,“ fährt er fort, „wie
die Sumpfgewächse der Wirkung einer Wasserstoff-

1) a. a. O. S. 187.

Schwefel - Verbindung (hydrosulfure) widerstehen, welche ihnen ihr Sauerstoffgas entzieht, und doch der Wirkung des Kalkes unterliegen, der ihnen ihr kohlensaures Gas raubt. Man bedenke indess, daß die Wasserstoff-Schwefel - Verbindung ihnen ihr Sauerstoffgas nur erst, nachdem dasselbe gebildet ist, wegnimmt; da hingegen der Kalk oder die Pottasche ihnen das nämliche Gas, ehe es entbunden ist, entzieht.“ —

So weit Saussure. — Vorerst muß ich hier nun bemerken, daß ich nicht habe finden können: daß eine Pflanze, welche in reiner Salpeterstoffluft lebte, die zugleich Kalk, oder geschwefelte Pottasche im andern Falle, einschloß — der Wirkung des ersteren unterlegen, der kräftigeren Einwirkung der letzteren aber widerstanden hätte. Ich wäre in der That geneigt, gerade das Gegentheil zu behaupten: daß nämlich das letztere Mittel den schädlicheren Einfluß habe. So weit meine Versuche reichen, muß ich wenigstens läugnen, daß der ätzende Kalk nachtheiliger wirke als die geschwefelte Pottasche, und das reine Kali nachtheiliger als ein angefeuchtetes Gemenge aus Eisen und Schwefel.

Obschon Saussure hierüber vergleichend abspricht; so scheint er doch seine Versuche nicht vergleichend angestellt zu haben. Aber, was noch mehr ist, erreichte er denn seinen Zweck, in dem Versuche mit Kalk nur Kohlensäure-, in dem mit geschwefeltem Kali hingegen nur Sauerstoff-Luft den Pflanzen zu entziehen? — Die Schwefel-Alkalien saugen ja ebenfalls, außer Sauerstoff- Salpeterstoff- und wer

weiß wie viele andere Luftarten, die Kohlensäureluft ein, wenn nicht mit größerer Heftigkeit als reine Kalkerde, doch eben so stark. Dies hat Saussure übersehen, und daher sein vorgestecktes Ziel nur theilweise errungen.

Es verträgt sich übrigens auch Saussure's Erklärung des vermeintlichen Erfolges ganz und gar nicht mit unseren Erfahrungen, denen zu Folge die, durch Kohlensäureluft bewirkte, Ausathmung von Sauerstoffluft dem Pflanzenleben mehr oder minder schädlich ist¹⁾, (besonders in unathmiger Luft); keinesweges aber frommend —; welches Letztere doch deutlich aus des genannten Schriftstellers oben angeführtem Urtheile hervorgeht. Doch ist demselben der Erfolg ebenfalls auffallend gewesen; welches daraus erhellet, daß er ihn — „sonderbar zu sehen“ — nennt.

12.

Ueber den Einfluß der Pflanzen auf reine Salpeterstoff-, Wasserstoff- und Kohlenoxyd - Luft hat Saussure²⁾ mehrere Versuche angestellt. Er fand, daß nur die ziemlich schon entwickelten (besonders aber Wasser-) Pflanzen darin fortwuchsen und Sauerstoffluft im Lichte, Kohlensäureluft im Schatten, aus-

1) Diese Aushauchung ist dem Leben der, sie vornehmenden, Pflanze um so nachtheiliger, je (erheblicher) stärker sie ist; obschon dieser nachtheilige Einfluß der Kohlensäure, wenn sie in geringeren Mengen-Verhältnissen die Pflanze umgibt, kaum, oder überall nicht, wahrgenommen wird.

2) a. a. O. S. 177. u. s. w.

athmeten. Diese Erfahrungen sind wichtig; ihr Urheber hat, nach unserem Dafürhalten, das beste darin nicht benutzt, und ihre Fruchtbarkeit für unzweydeutige Folgerungen verkannt, die ich unten bemerklich machen werde.

Es heisst bey unserem oftgenannten Schriftsteller ¹⁾, dass diejenigen Pflanzen am besten leben und fortwachsen in der Salpeterstoffluft, welche, in der gemeinen Luft sich befindend, die geringere Menge an Sauerstoffluft im Schatten einathmen. — Wie schon früher bemerklich gemacht wurde, sind dies die immer grünen, die fleischigen und die Sumpf- und Wasser-Pflanzen. Was mich betrifft, so habe ich mit diesen Pflanzen nur einige, und — ich gestehe es — eigentlich zu wenige, Versuche angestellt, im Vergleiche zu krautartigen (mehr Sauerstoffluft verzehrenden) Pflanzen ²⁾. Ich muss in dieser Hinsicht anmerken, dass Saussure in etwas glücklicher war, dass ihm die Pflanzen in Salpeterstoffluft immer mehrere Tage länger lebten, als dies bey mir der Fall gewesen ist; doch er hat sie vielleicht mehr in Schutz genommen als ich. — Es lässt sich erwarten, dass er mehrere Versuche angestellt habe, aus denen sich das oben stehende Urtheil als „Gemeinerfolg“ ergeben hat, ein Erfolg, der, auch von jeder Erfahrung abgesehen, so viel Wahrscheinlichkeit hat, dass er rein zu erschliessen gewesen wäre.

1) Saussure a. o. g. O. S. 181.

2) d. h. rücksichtlich ihres Einflusses auf reine Salpeterstoffluft.

Zwey Versuche, denen ich mich in der hier angeregten Hinsicht unterzog, weil zwey, im Gärtchen meines Hofes ohne mein Zuthun erwachsene Pflanzen, deren eine *Pyrethrum inodorum* Willd., die andere *Polygonum Persicaria* L. war, und die ganz nahe bey einander standen, — mich gleichsam dazu einluden; — diese Versuche gaben mir jenen Erfolg nicht, wenigstens bis dahin nicht, als sie andauerten. Ich hatte diese Pflanzen, ohne sie abgeschnitten zu haben, zum Theile, und zwar jede in eine besondere Glocke gebogen, welche mit 68 C^o einer gewaschenen, sehr reinen, aus Salpetersäure durch Fleisch gewonnenen, Salpeterstoffluft gefüllt waren, und an der Erde bleibend dem Lichte ausgesetzt wurden, welches eben nicht weiter gemildert ward. Wie in einem schönen Versuche Saussure's (a. a. O. S. 183.) wollte ich, eines mehr vergleichbaren Erfolges wegen, in diese Luftkreise nur ein Achtel eines Cubikzolles von den Pflanzen hineinbringen. Als die Versuche beendiget wurden, welches am dreyzehnten Tage geschehen mußte, weil das *Polygonum*, ohne zu erkranken, den Versuch nicht länger aushalten zu können schien; — fand ich, daß der angewandte Theil des *Polygonum* gut den sechsten Theil, das *Pyrethrum* hingegen nur bey nahe den achten Theil eines Cubikzolles einnahm. Das Mittel von drey einzelnen Untersuchungen der Luft jedes Behälters ergab als Bestandtheil der Luft, welche umgeben hatte:

das Polygonum: 0,004 Kohlensäure -

0,033 Sauerstoff -

0,963 Salpeterstoff - Luft,

das Pyrethrum: 0,003 Kohlensäure -

0,028 Sauerstoff -

0,869 Salpeterstoff - Luft¹⁾.

Dieser Erfolg entsprach nun zwar nicht ganz der oben angeführten Annahme, der zu Folge die zuletzt genannte Pflanze weniger Sauerstoffluft hätte aushauchen sollen. Auf der anderen Seite aber scheint mir auch das in Betracht gezogen werden zu müssen: daß sich in Saussure's Versuchen die Wasser- und Sumpf - Pflanzen besser standen als andere; da die Ernährung durch Wasser geschah, woran jene mehr gewöhnt sind als diese. Da die in Salpeterstoffluft lebenden Pflanzen, wie Saussure selbst sagt, mehr Sauerstoffluft ausathmen, als sie zur Einathmung brauchen; so sieht man mindestens auch ein, daß die, viel reine Luft einnehmenden, Pflanzen nicht eben des Mangels an Sauerstoffluft, — sondern vielmehr, wohl, der kümmerlichen Ernährungsart wegen,

1) Bey diesen Prüfungen, wobey ebenfalls flüssiger Wasserstoff - Schwefel - Kalk angewandt wurde, kam die Luft, zur Abscheidung der geringen Menge Sauerstoffluft, nur mit dem Sechstel (dem Umfange nach) jener Flüssigkeit in Berührung. Diese brachte die Salpeterstoffluft, da sie in den Versuch kam, von 100 auf 99 zurück; das eingesogene 0,01 mochte nun Sauerstoff- oder eine andere Luft seyn; ich habe das dahin gestellt seyn lassen: versteht sich aber, daß obige Zahlen, darnach verbessert, hergeschrieben sind.

in der genannten Rücksicht mit jenen andern Pflanzen es nicht aushielten. — Ich fand, wie eben zu lesen war, in diesen Versuchen „Kohlensäureluft“; die hat Saussure nicht angetroffen, ohne Zweifel, weil er sie nicht vermuthete, und deshalb die Untersuchung darauf unterließ.

13.

Die reine Kohlensäureluft ist, wie es sich erwarten und rein erschließen liefs, den in ihr allein lebenden Pflanzen sehr schädlich. Dennoch hätte ich einen andern Erfolg erwartet, als den erhaltenen; aus der Reizbarkeit und Zartheit der Pflanzen ist er indess auch erklärbar.

Zwey Zweige von *Lycium barbarum* L. wurden in einen Glasbehälter gebogen, der mit 68 Cubikzoll reiner Kohlensäureluft angefüllt war. Die Zweige nahmen fünf Achtel eines Cubikzollles ein, und waren von der Mutterpflanze nicht getrennt. Nach einigen Stunden mußte ich die Zweige schon herausziehen, weil sie anfangen zu welken. Am folgenden Tage hatte nach etwas längerer Zeit ein neuer Zweig, mit dem der Versuch wiederholt wurde (in derselben Luft) dasselbe Schicksal. Die nun geprüfte Luft enthielt:

0,97 Kohlensäureluft,

0,03 einer Luft, welche in hundert Theilen enthielt:

35 Sauerstoff-

65 Salpeterstoff-Luft.

Bediente ich mich abgeschnittener, krautartiger

Pflänzchen für einen solchen Versuch, so konnte dadurch gar nichts erfahren werden, als schleunig eintretendes Welken, und dadurch hervorgebrachtes Ausgeben von Kohlensäure- (mit Spuren von Salpeterstoff-) Luft, durch welche der abgesperrte Luftkreis größtentheils vermehret wurde. Ich sage größtentheils: denn es schien mir in allen Versuchen, in denen, wie hier, einige Vergrößerung des eingeschlossenen Luftkreises Statt fand, (wie es allerdings auch bey der reinen Salpeterstoffluft, worin Pflanzen Sauerstoffluft ausathmen, der Fall ist), diese Vergrößerung immer kleiner zu seyn als die wirklich ausgeathmete Luftmenge. Mit genügender und nicht zu bezweifelnder Gewisshcit habe ich dies aber bisher nicht bestimmen können, da ich einigen Erfolgen nicht traue; obschon sie meine eben ausgesprochene Annahme bestätigen würden. — Aber bey weiteren Glasbehältern die Messungen der Umfangs- Vermehrung der Luft mit möglichster Genauigkeit anstellend, fand ich diese Vermehrung, namentlich auch in den unter 13. beschriebenen Versuchen, unter der Menge des Ausgeathmeten, welche sich durch die Prüfung darlegt.

14.

Ich wünschte Säuren (andere als die Kohlensäure) auf Pflanzen einwirken zu lassen, welche sich, im Lichte, in gemeiner Luft befinden sollten. Ich mußte zwey Wege einschlagen; worauf ich das fand, was ich vorher erwartete: nämlich einen zu schnell

erfolgenden tödlichen Eingriff in das Leben der Pflanzen, welche hier angewandt wurden, und davon abhängige Hemmung und Störung der gewöhnlichen Athmungserscheinungen der, minder fremdartig angezeigten, Pflanzen-Blätter.

a. Mit dunstförmiger Salzsäure (hydrochlorinsaurem Dunste) richtete ich zunächst wenig oder nichts aus. Ich hatte eine Vorrichtung getroffen, mittelst deren der genannte Dunst in verschiedenen Versuchen in verschiedenen Mengen dann erst in den gesperrten, einen Pflanzenzweig und gemeine Luft enthaltenden, Glasbehälter streichen mußte, wenn schon die Sonne, mindestens eine halbe Stunde, auf denselben geschienen hatte. Zwar glaube ich behaupten zu dürfen, daß die gemeine Luft hier einen Zuwachs an Sauerstoffluft erlangt habe; — aber, einen solchen nur, der nie 0,01 in der Luft ausmachte, und der nicht selten ganz zweifelhaft blieb.

b. *Cactus tetragonus* wurde in eine Glocke mit gemeiner Luft gebracht; die Pflanze nahm fast zwey, die Luft hingegen 66 Cubikzoll ein. In der Glocke war eine kleine Vorrichtung zugleich mit eingeschlossen, die ein, zureichend mit Wasser versetztes, Gemenge der bekannten Mittel enthielt, woraus sich (Chlorin-) oxydirt-salzsaurer Dunst entbindet. Man mußte viel Sorge tragen, daß derselbe in sehr geringer Menge nur emporstieg, und auch dann erst, wenn schon die Pflanze mit dem, dieselbe einschließenden, Glasbehälter vom Lichte durchleuchtet und in etwas erwärmet war. Trotz aller Vorsicht habe ich doch

viele Mühe diesen Versuchen vergeblich geopfert; die Pflanzen leiden nämlich ungemein schnell, wenn auch die geringe Menge dieses, in der die Pflanze umgebenden Luft schwebenden, Dunstes nur auf sehr kurze Zeit, durch ununterbrochen zustrahlendes, oder überhaupt durch schwaches Licht, in seiner zerstörenden Einwirkung verstärkt wirkt. Diese zerstörende Einwirkung wird auch ungemein, und wohl hauptsächlich, begünstiget durch den, ununterbrochen (— während der Bestrahlung durch das Sonnenlicht —) der sämtlichen Fläche der Pflanzen, entsteigenden Dunst der (wässerigen) Ausdünstungs - Flüssigkeit. Mit diesem einet sich nämlich dieser Dunst unaufhörlich und schlägt sich zum Theil nieder auf die Flächen (vorzugsweise auf die, dem Lichte weniger zugänglichen); woselbst nun, sowohl verdichtete oxydirte, als gemeine (durch den Einfluß des Lichtes und des Wassers gebildete), Salzsäure, indem sie ätzen, Einsaugung von Sauerstoffluft veranlassen.

Um auf unsern Cactus zurück zu kommen, bemerke ich hier, daß der Luftkreis desselben durch Quecksilber gesperrt war, über welchem eine wässerige Lösung des schwefelsauren Ammonium sich befand. Nach etwa 3 Stunden hatte der Pflanzenzweig schon einige gelblichbraune Flecken erhalten, weshalb ich nun eilte, aus seinem Behälter ihn hervorzuziehen, und die in Letzterem enthaltene Luft einer möglichst genauen Prüfung zu unterwerfen. Das Mittel mehrerer Untersuchungen ergab dieselbe, nachdem sie, durch sehr vorsichtiges Waschen, von

der geringen Menge Kohlensäureluft und Chlorindunstes befreit worden, — bestehend aus:

21,90 Sauerstoff-

78,10 Salpeterstoff-Luft; den Sauerstoff-

Gehalt der Luft, zu Anfange des Versuches — wie immer — genau = 21,00 gesetzt.

c. Wäre die Pflanze allein die nächste Ursache dieses Erfolges hier gewesen, so dürfte man diesen immerhin schon wichtig genug nennen können. — Um zu bestimmen, wie weit derselbe der Pflanze zuzuschreiben sey, brachte ich denselben Glasbehälter an eben diesem Tage, und eben so vorgerichtet (wie in b.) in's Sonnenlicht. Er blieb hier dieselbe Zeit; enthielt aber statt des Pflanzenzweiges einige, mit abgezogenem Wasser völlig durchnässte, Papierstreifen; auch hatte ich eine geringe Menge Wassers, an der Innenseite seiner Wände, zerfließen lassen. Die Untersuchung der Luft geschah genau wie im vorhergehenden Versuche; im Mittel zeigte sie 21,55 Sauerstoffluft darin an.

Ich unterlasse hier die Beschreibung mehrerer Versuche dieser Art, da die eben dargelegte einem solchen angehört, der, von den am besten gelingenden, den erheblichsten Erfolg gab, rücksichtlich der Zunahme der Sauerstoffluft in dem bezeichneten Luftkreise. — In gemeiner Luft, ohne Chlorindunst, hatte der hier gebrauchte Cactus keine Sauerstoffluft ausgeathmet; denn ich hatte ihn so vorbereitet. — Krautartige Pflanzen taugen zu den in Rede

stehenden Versuchen fast überall nicht, weil sie sehr ausdünsten, und daher gar bald unterliegen, oder weil im anderen Falle die so sehr geringe Menge des anzuwendenden Dunstes nicht hinreicht, eine bemerkbare Veränderung der Luft hervorzubringen.

In einer Reihe von Versuchen der eben gedachten Art suchte ich, durch eine bedeutende Fläche trocknen salzsauren Kalkes, den Einfluß des Wasserdunstes wegzuräumen, (in Glaskugeln mit engem, wohl verklebten, aber doch in Quecksilber getauchten Halse); indem ich unmittelbar an der Innenseite des Glasbehälters, (fast an der Hälfte der ganzen Fläche), von jenem Salze festgeschmolzt hatte. Doch erreichte ich das mir vorgesteckte Ziel keinesweges; die Entbindung des Wasserdunstes aus jeder Pflanze geht in solchem Maße vor sich, daß die Anziehung dieses Salzes zu jenem — in welcher Menge dasselbe auch vorhanden seyn mag — nur zu schnell = 0 wird. Ist nämlich nur erst die Oberfläche desselben genäßt, so wird der Wasserdunst so ungemein träge eingesogen, (im Vergleiche zu der schnellen Entbindung desselben aus den Blättern), daß er viel eher dann sich absetzt und verdichtet an der minder warmen, dem einfallenden Lichte gegenüberstehenden, Gefäßwand, als an dem (durch Bindung von Wärme aus dem auffallenden Lichte sowohl, als aus dem verdichteten Wasserdunste) erwärmten Salze.

Oxichlorin - Dunst eben so angewandt, wie Chlorin im vorliegenden Versuche, wirkte einen Erfolg, der in keiner andern Hinsicht erheblich genannt

zu werden verdiente, als in derjenigen: die ihm zur Gegenwirkung preisgegebenen Pflanzentheile, in aller Geschwindigkeit, heftig anzugreifen und selbst zu zerstören.

15.

a. Abgesperrter gemeiner Luft, die mit Pflanzenzweigen im Sonnenlichte schon gestanden, bis die Ausdünstungs - Flüssigkeit, (die anfänglich selbst an die, dem einfallenden Lichte zugekehrte, Glaswand sich absetzt), fast ausschließlich an der, dem Lichte abgekehrten Seite des Glasgefäßes sich zu lagern fortfuhr, setzte man in verschiedenen Verhältnissen Essigsäure, phosphorige Säure, Blausstoff, und Blausstoff-Wasserstoff in Dunstform, so wie Schwefeloxyd (schwefelige Säure) und Schwefel-Wasserstoff-Luft hinzu.

Sehe ich die Erfolge durch, welche in diesen Versuchen die beyden zuerst genannten Säuren dann mir gaben, wenn, bey längerer Andauer des Versuches, die Blätter wenig oder überhaupt noch nicht gelitten hatten; so finde ich, daß in diesen Fällen bald nur eine Spur, bald indess so viel Sauerstoffluft dem gesperrten kleinen Luftkreise hinzugefügt worden, daß sie zwar so eben gemessen werden konnte, aber kaum den Umfang der Pflanzenzweige (des Versuches) erreichen mochte; ja, in den meisten Versuchen lange noch nicht erreichte. — Die hier genannten Wasserstoff-Säuren der heutigen Chemie, der Blausstoff- und selbst die schwefelige Säure — sind durch-

aus nicht im Stande die Pflanzen so anzuregen, daß diese Sauerstoffluft entbinden. Kann dies zwar auch nicht unbedingt von jenen übrigen Säuren behauptet werden; so zeigt sich doch hier eine sehr bemerkenswerthe Verschiedenheit der Einwirkungsart beyderley Körper sehr vernehmlich. — Wenn bey der Wirkung der Schwefeloxydluft (in diesen Versuchen) auf Pflanzen die Feuchtigkeit möglichst ausgeschlossen war, so fand zwar wohl noch ein zerstörendes Angreifen der Blätter Statt, aber in der Masse nur, daß es dem der übrigen (durch Sauerstoff gebildeten) Säuren und Halbsäuren nicht füglich an die Seite zu stellen war. In dieser Beziehung macht diese Schwefeloxydluft¹⁾ den Uebergang zu jenen Wasserstoff-Säuren, welche letztere, wie gesagt, nicht nur keine Spur Sauerstoffluft hervorbringen unter den bezeichneten Umständen; sondern auch, im Vergleiche zu (Sauerstoff-) Säuren die Pflanzen nicht ätzend an-

1) Obschon in mehreren Lehrbüchern der Chemie die Behauptung aufgenommen ist: „daß die schwefelige Säure das Lakmus röthe“; so bemerkt doch Kastner*) — „F. Stromeyer's Grundriss der theoretischen Chemie“ beurtheilend —, daß dem nicht so sey, daß vielmehr dieser Farbestoff grün werde und allmählig sich entfärbe. Diese ihre Eigenschaft, so wie ihre Wirkungsart auf den Veilchensaft, den sie nicht röthet, sondern diese, wie noch andere Pflanzenfarben, zerstört; so wie ferner ihr Verhalten zu dem gerötheten Veilchensaft, den sie blau macht — geben demjenigen erhebliche Stützpunkte, der geneigt ist, der schwefeligen Säure das Gepräge der Säure (und Halbsäure) in Abrede zu stellen, und den Alkalien sie näher zu bringen.

*) Jen. allgem. Litt. Zeitung. 1812, Nr. 144.

greifen, vielmehr nur ein gewöhnliches „Welken“ derselben allmählig herbeyführen.

In dieser letzteren Hinsicht sieht man mit diesen Wasserstoff-Säuren die Kohlensäure übereinkommen; nie wirkt diese ätzend ein auf Blätter, selbst dann nicht, wenn sie, durch Wasser sehr verdichtet, Pflanzen umschließt. Sie steht noch unter den Wasserstoff-Säuren, weil — alle Umstände gleichgesetzt — das Walken der Blätter bedeutend schneller vor sich geht in, durch gemeine Luft verdünnten, Wasserstoff-Säuren, als in, gleicherweise verdünnter, Kohlensäureluft. Diese Letztere zeigt also ein ganz besonderes, eigenthümliches Verhalten zu den Pflanzen. Wie sehr verschieden ist die Wirkung derselben von der der Wasserstoff-, wie auch der übrigen Sauerstoff-Säuren. Ich möchte fast sagen, daß dieses darin seinen Grund habe, „daß jene Säureluft den Gewächsen so sehr verwandt sey“ —, wenn nur dadurch wirklich etwas erklärt würde.

b. Eine Reihe von hierher gehörigen Versuchen stellte ich nun auch so an, daß ich die dazu nöthigen belaubten Zweige, die bald abgeschnitten, bald von der Pflanze nicht getrennt waren, mit abgezogenem Wasser näfste, dem man ($\frac{1}{4000}$ bis $\frac{1}{8000}$) Säuren zugesetzt hatte. Die Veränderung der Luft ging in allen diesen Versuchen noch nicht so weit, als in den (unter 14 und 15 beschriebenen) Fällen, da — durch gemeine Luft verdünnte — Säuren u. s. w. in ausdehnungsfähiger Form wirkten. — In der Art aber und dem Grade, wie die Blätter angegriffen wurden,

was durch Welken der Blätter, Zerstörung der Farbe, selbst der Oberhaut, sehr gut vergleichbar sich darlegt, — darin war ein erheblicher Unterschied. Wie es sich vorhersehen ließ, wirkten Mineralsäuren am heftigsten, und die Pflanzensäuren gar viel stärker als Wasserstoff-Säuren¹⁾. Die Kohlensäure macht eine Ausnahme, in sofern keine wässerige Lösung derselben dargestellt werden kann, die den Blättern auch

1) Den Wasserstoff-Säuren soll auch die Salzsäure angehören. Zu den Eigenschaften, vermöge welcher man diese und die sogenannte oxydirte Salzsäure den Sauerstoff-Säuren zuzählt, gehören nach meinen Erfahrungen auch diese, daß gedachte Säuren völlig wie jene (Sauerstoff-Säuren) auf Pflanzenblätter und lufthaltiges Wasser (vergl. 2. Abschn. 14, 15. Vers. und 5. Abschn. I. dieser Schrift) wirken. Merkwürdig verschieden ist in dieser Hinsicht die Wirkungsart des Bläustoffes und seiner Verbindung mit Wasserstoffe, und ich kann hier die Bemerkung nicht unterdrücken, daß überhaupt alle Erfahrungen, die ich im Laufe dieser meiner Untersuchung — hinsichtlich der Chlorine, der Hydrochlorinsäure und verwandter Körper — zu machen Gelegenheit hatte, viel mehr für die Wahrheit der älteren Ansicht von der Natur jener Körper sprechen, als für die der neuesten; so sehr wahrscheinlich und ansprechend diese im Uebrigen ist, und so viele Anhänger sie auch gefunden hat, bey deutschen sowohl wie auch bey französischen Forschern. Es erschallte jüngst der Anfang eines — in vorliegender Beziehung — nicht übel einklingenden Liedes eines Deutschen; — möge es von Deutschen bald weiter, am Besten ganz zu Ende, gesungen werden! Ich denke hier an des Herrn Lampadius Dafürhalten: „die Salzsäure sey Wasserstoffoxyd, das Wasser sey Wasserstoffoxydul u. s. w.“ (vergl. Lampadius Grundriß der Elektro-Chemie S. 80.), ein Ausspruch von hoher Wahrscheinlichkeit, den als Vermuthung, dreist genug, schon früher unser Döbereiner (Darstellung der Verhältniszahlen d. ird. Elem. zu chem. Verbind. — Vorwort —) gab.

nur die grüne Farbe verändern könnte, und es ist merkwürdig, daß die Kleesäure (die nach Döbereiner's trefflichen Untersuchungen „kohlensaures Kohlenoxyd“ ist) nur in geringem Grade die Blätter angreift. — Uebrigens bemerke ich hier noch ausdrücklich, daß ich vergeblich mich bemüht habe, durch Kleesäure aus Pflanzen Sauerstoffluft hervor zu bringen, wie ich dieselbe ihnen auch darbieten mochte.

16.

Die genannten Wasserstoff-Säuren, wie im Ganzen auch die schwefelige Säure, nähern sich, in der in Rede stehenden Wirkungsart auf Pflanzen, mehr dem flüchtigen Kali, (wie man späterhin einsehen wird, — Alkalien überhaupt) als den Säuren. Weiter unten soll es nachgewiesen werden, daß die, in den obigen (unter 14. und 15. beschriebenen) Versuchen zu Tage gebrachte, Sauerstoffluft recht eigentlich nur ausgetrieben sey aus dem Nahrungssaft und dem Ausdünstungswasser der Pflanzen, eine Erscheinung, die durch (Sauerstoff-) Säuren hervorgebracht wird, nicht aber durch Wasserstoff-Säuren, flüchtiges Kali u. s. w.

Auf die Einwirkung des Ammonium zu kommen. In eine mit Quecksilber gesperrte Glocke, die mit einem belaubten Zweige und gemeiner Luft dem Lichte freygestellt war, brachte ich ein kleines Gefäß, welches eine Auflösung von (reiner) Ammoniumluft in reinem Wasser enthielt. Die Menge dieser Flüssigkeit, oder der Grad ihrer Dichtigkeit, be-

stimmte den mehr oder minder tödtlichen Einfluß dieser Luft auf die Blätter. Nach einiger Andauer der Einwirkung fingen letztere an, etwas zu welken, mit großer Heftigkeit Sauerstoffluft zu verzehren und Kohlensäureluft auszugeben; so, daß sich auch kohlenaures Ammonium bildete.

So war der Erfolg, wenn die Ammoniumluft in nur höchst geringer Menge vorhanden war. Man sieht, daß sie ein gutes Mittel an die Hand gehen könnte (ihrer Luftform wegen) die Pflanzen zu zwingen, in einer Luft zu leben, in welcher Kohlensäureluft, nicht nur kaum in Spuren, sondern auch nur auf Augenblicke vorhanden seyn dürfte; wenn — sie nicht einen eigenthümlichen, schädlichen Einfluß auf die Pflanze hätte, der doch, ohne den lästigsten Zwang, nicht wohl der bloßen Abwesenheit der Kohlensäureluft zugeschrieben werden kann. —

Wirkt die in Rede stehende Luft in nur etwas größerer Menge ein, so findet alles eben Gesagte in größerem Masse Statt, und die Blätter haben an vielen Stellen, oft fast überall, ein leibhaft angebranntes, schwärzlich-bräunliches Ansehen erhalten.

Dritter Abschnitt.

Allgemeinere Betrachtung der vorstehenden Versuchserfolge, so wie der Athmungen der Pflanzen überhaupt.

Ich unterbreche hier die Beschreibung der Versuche, einerseits, damit ich den Leser nicht dadurch ermüde; auf der anderen Seite aber schon deshalb, weil uns jetzt die Erfolge noch so recht vor Augen, und zur Anwendung bey der Hand stehen. — Seine Ansicht der Dinge hat ja Jeder frey; daher erlaube mir hier der geneigte Leser, wenn er auch schon zum Theil gefunden haben mag, wohin meine Versuche führen sollen —, daß ich diesen, und besonders den verschiedenen Ansichten über die Athmungen der Pflanzen, dem Ursprunge der durch dieselben entwickelten Sauerstoffluft, so wie dem Vermögen derselben, die gemeine Luft zu „verbessern“ — das Wort dabey rede.

Senebier's Behauptung, „daß nämlich die Pflanzen die Kohlensäureluft zerlegen,“ welche dieser Schriftsteller eigentlich Priestley's und Ingenhouss's Versuchserfolgen entnahm, und — diese erklärend — ihnen zum Grunde legte; welche Behauptung oder Ansicht auch Ingenhouss¹⁾ annahm, und die dann besonders von Saussure durchgeführt und verallge-

1) I. Ingenhouss über Ernährung der Pflanzen und Fruchtbarkeit des Bodens. A. d. Englischen übers. u. s. w. von G. Fischer. Leipzig 1798.

meinert wurde, — ist aus ihren Erscheinungen allerdings so klar folgend, dafs man an ihrer höchsten Wahrscheinlichkeit kaum noch zweifeln mochte. Betrachten wir demnach dieselbe, oder einige ihrer Hauptsätze, näher,

Die von den Pflanzenblättern im Schatten eingenommene Sauerstoffluft wird nach dieser Ansicht sogleich und geradehin, durch Aufnahme ihres Antheiles vom Kohlenstoffe der Pflanze, (auch nur der Blätter?), in Kohlensäureluft verwandelt, und als solche sofort ausgeathmet. Diese Lehrart ist, gerade wie ich sie hier hervorgehoben habe, von Saussure¹⁾ angegeben und durchgeführt²⁾. Dafs ich sie recht verstanden habe, dafür bürgt mir Herrn Ruhland's kräftige Rede, wodurch er eben diesem Gegenstande seine Meinung spricht³⁾. Als einen Beweis gegen diese Behauptung führt er auch die von Saussure angegebene Aushauchung der Sauerstoffluft an, durch Pflanzen, welche in Salpeterstoffluft leben.

1) a. a. O. S. 60. und an mehr. St.

2) Doch ist auch diese Ansicht zuerst von Senebier vorgetragen. An mehreren Stellen seiner „Experiences sur l'act. de la lum. sol. cet.“ — erklärt er sich über die Entstehung dieser Kohlensäureluft, eben so, wie der obige Schriftsteller. („Il n' y a point d' air fixe de produit, mais il se degage de la plante du phlogistique ou de la matiere charbonneuse, qui, en se combinant avec l' air pur, formoit de l' air fixe“ — weshalb auch zu vergl. steht „Annales de Chimie“ T. I. p. 110.).

3) Schweigger's N. Journal f. Chemie und Physik 14. B. S. 358. (Anmerkung.)

Dieser letzteren Thatsache wegen verweise ich hier auf unsere obige Betrachtung (2. Abschnitt 12.). Es ergab sich dort, daß die Pflanzen nicht nur in Salpeterstoffluft, sondern auch — obgleich minder merklich — in anderen daselbst genannten Luftarten, welche keine freye Sauerstoffluft enthalten, nicht nur letztere Luftart aushauchten im Lichte; sondern auch nach meiner Beobachtung etwas Kohlensäureluft. Daß diese Luft auch im Schatten, und zwar dann in größerer Menge, ausgeathmet werde, ist nicht nur eben daselbst angezeigt, sondern schon früher, da wir von den Athmungen beym Ausschlusse des Sonnenlichtes redeten.

Saussure begegnet nun diesen Einwendungen durch die Annahme „die Pflanzen hätten unter diesen Umständen die Kohlensäureluft — absterbend entbunden; eben dadurch, setzt er hinzu, werde auch in diesen Fällen der abgesperrte Luftkreis derselben vermehret, d. i. vergrößert. Aber ich habe schon angemerkt, daß dies freylich häufig der Fall sey; nicht aber immer. Ich kann mich in dieser Rücksicht füglich auf meine vorstehenden Versuche, und das dabey Angemerkte beziehen, um es nicht zu wiederholen. Es gehören hierher die, zu Ende des ersten Abschnittes erzählten, Versuche mit Früchten. Saussure beschreibt aber noch einen Versuch (welchen auch Herr Ruhland in Anspruch nahm — obschon aus einem anderen Grunde als dem meinigen —); auf den sich der erstere Naturforscher

beziehen dürfte, um sich hier zu vertheidigen¹⁾.

„Wenn nämlich Cactus - Pflanzen dem Lichte ausgesetzt wurden, nachdem sie die Nacht in Salpeterstoffluft zugebracht hatten, so gaben sie die Hälfte weniger an Sauerstoffluft, als wenn sie die Nacht in gemeiner Luft zugebracht hatten. Die Pflanzenzweige waren übrigens bey Tage in (abgesperrter) gemeiner Luft; derselbe Versuch wurde so einige Tage fortgesetzt, wobey die Ausathmung mit jedem Tage abnahm und am fünften der Cactus in Fäulniß übergegangen war. — Die „überhaupt ausgeathmete“ Sauerstoffluft kam dem Umfange der Pflanze noch nicht gleich.“

Der Versuch ward darauf auch mit der Abänderung angestellt, daß gleiche Pflanzenzweige die Nacht immer in gemeiner, den Tag aber in Salpeterstoffluft (im Lichte) zubrachten. Dabey wurde nun gefunden, daß die Pflanzen in funfzehn Tagen — und längerer Zeit — eine Menge Sauerstoffluft hervorgebracht hatten, welche den fünf- bis sechsfachen Umfang der Pflanze ausmachte²⁾. Es wird auch

1) Saussure a. a. O. S. 78.

2) Herr Ruhland bemühte sich, durch diesen Erfolg — dem zu Folge Pflanzen um so mehr Sauerstoffluft aushauchen, je mehr und je länger sie mit solcher Luft in Berührung gewesen, und umgekehrt“ — die von Gewichte scheinende und — anfänglich — ansprechende Ansicht hervorzuheben und geltend zu machen: „daß Pflanzen die Sauerstoff- und Kohlensäure- (wie auch Salpeterstoff-) Luft unverändert nur einnehmen und aushauchen, also wechsel-

noch angemerkt, daß genannte Pflanzenzweige auch unter Wasser keine Luft ausgehaucht hätten, wenn sie die Nacht vorher in Salpeterstoffluft zugebracht.“

Diese Erfolge haben nun sicher, für mehrere meiner Leser, den Anschein einer mannigfaltigen Beweiskraft, namentlich auch für die Ansicht der, in Rede stehenden, „augenblicklichen Kohlensäureluft-Bildung.“ Ich muß hier indess mehrere Bemerkungen machen, zu denen mich eigene Versuche geführt haben; wodurch denn auch der Sache ein ganz anderes Ansehen gegeben wird. Früher hielt ich mich bey Versuchen dieser Art nicht auf; da es hier der beste Ort zu seyn schien, und nothwendig — umständlich darüber zu reden. Gehen wir demnach

seitig gleichsam nur austauschen; — so, daß die Ansicht, welche die, von Pflanzen ausgehauchte, Sauerstoffluft der „Zerlegung“ von Kohlensäure (durch die Pflanze) zuschreibt, eine unnöthige Annahme — und entbehrlich — sey.“ Jene Ansicht, die wir bald näher aus einander setzen und würdigen werden, würde diesem Naturforscher noch mehr Wahrscheinlichkeit gehabt haben, wenn er nicht, wie es mir scheint und wie auch aus der Art, wie er sich ausdrückt, hervorgeht, — jenen (obigen) Versuch Saussure's unrichtig verstanden hätte. Er sagt nämlich: „die Cactus - Zweige hätten nur in den zwey ersten Tagen im Lichte — und kaum den, der Pflanze gleichkommenden, Umfang — Sauerstoffluft ausgegeben (wenn sie die Nacht in Salpeterstoffluft zugebracht), während dieselben Zweige den sechs- bis siebenfachen Umfang (der Zweige) gaben, wenn sie die Nacht in gemeiner Luft gewesen waren. — Es ist aber zu bemerken, und der Erfolg jenes Versuches ist so zu verstehen: daß die letztere Luftmenge erst in, wenigstens — fünfzehn Tagen hervorgebracht worden ist.

an diese, meines Bedünkens, wichtigen und eben so nothwendigen Betrachtungen.

1. Ich habe ähnliche Versuche, als die eben beschriebenen von Saussure, vergleichend angestellt; dadurch fällt denn schon ein anderes Licht auf den Erfolg. Wenn ein Zweig einer fleischigen Pflanze (zu den meisten Versuchen diente mir *Cactus tetragonus*), abgeschnitten, die Nacht in Salpeterstoff-, den Tag in gemeiner Luft im Lichte zubrachte, nachdem er Tages vorher für den Versuch vorbereitet war, wie es oben (2. Abschn. I. 5. Vers.) angegeben ist, und dieser drey Tage und Nächte dauerte; so fand ich in der Luft, worin die Pflanze die Tageszeit zubrachte (je nachdem jene Vorbereitung mehr oder minder gut Statt gefunden hatte) entweder gar keine Veränderung — keine ausgeathmete Sauerstoffluft —; oder aber nur eine Spur davon, und — wenn das Licht am Tage öfter unterbrochen wurde, fand im Gegentheile eine „Abnahme der Sauerstoffluft“ des Behälters Statt, welche in zwey oder drey Tagen, je nach Umständen, mehr oder weniger dem halben Umfange der Pflanzen gleich kam, auch wohl noch weiter ging.

In dem Gegenversuche, mit der Abänderung angestellt, daß ein ganz ähnlicher Zweig die Nächte in gemeiner, die Tage in Salpeterstoffluft zubrachte, wurde in dieser (in derselben Zeit) Sauerstoffluft ausgehaucht, welche fast genau 1,5 des Umfanges der Pflanze betrug. So wäre demnach auch Saussure's Erfolg zu betrachten, wenn der Versuch unter den hier ge-

nannten Umständen angestellt wäre. Im anderen Falle stimmt der Erfolg immer mehr oder weniger mit dem obigen von Saussure; wir haben aber schon öfter angemerkt, daß dieser — recht betrachtet, und hinsichtlich der Beurtheilung Statt gefundener, wirklicher (absoluter) Luftverbesserung — fehlerhaft ist und im eigentlichen Sinne nichts beweiset. Daß ferner durch den obigen Fall, wo Sauerstoffluft ausgehaucht wurde, nicht, wie es auf den ersten Anblick scheint, die Nothwendigkeit der Kohlensäureluft-Bildung (aus dem Kohlenstoffe der Pflanze und der dieselbe umgebenden Luft) dargethan wird; sondern vielmehr nur die Nothwendigkeit der Lebensluft überhaupt, zur Athmungs- wie zu jeder Lebens-Thätigkeit, — wird sich alsbald weiter ergeben.

2. Wie nöthig aber bey den Versuchen mit fleischigen Pflanzen jene Vorsichtigkeits-Maßregeln sind, die ich angegeben habe, erhellet aus den verschiedenen Erfolgen, welche Saussure erhielt. Cactus Opuntia gab ihm, unter anscheinlich gleichen äußeren Bedingungen, immer verschiedene Mengen Sauerstoffluft. So soll nach ihm die gedachte Pflanze in vier und zwanzig Stunden, unter den günstigsten Umständen, den dreyzehnten Theil ihres Umfanges an Sauerstoffluft ausgeben¹⁾. In den vorstehend beschrie-

1) Saussure a. a. O. S. 215. Wenn auch der Verfasser hier nur wirkliche Luftverbesserung meint, d. h. eine Aushauchung von Sauerstoffluft, welche die vorhergegangene Einathmung derselben übertrifft (rücksichtlich der Menge), so macht das meiner Behauptung keine Einrede;

benen Versuchen dieses Schriftstellers wurde, unter minder günstigen Umständen, eine Menge jener Luft hervorgebracht, welche den dritten Theil des Umfanges der Pflanze betrug.

3. Wollte man annehmen, die genannten Pflanzen hätten darum keine Sauerstoffluft aushauchen können, weil sie solche früher (während der Nacht in reiner Salpeterstoffluft) in der Umgebung nicht vorfinden, um damit Kohlensäure bilden, und diese dann im Lichte zerlegen zu können; — so geht man doch, sollte ich meinen, offenbar weiter, als man befugt ist. Der würdige Verfasser der oft angezogenen chemischen Versuche gibt uns selbst Thatsachen an die Hand, jener Annahme das Nöthige zu entgegnen. Diese Thatsachen betrachteten wir im zweyten Abschnitte dieser Schrift im zwölften Versuche; wo es sich von einer, längere Zeit andauernden, Aushauchung von Sauerstoffluft handelte, durch Pflanzen, auf welche die Salpeterstoffluft weniger nachtheilig wirkt, als z. B. auf fleischige.

Dies waren die für jene Versuchserfolge versprochenen Bemerkungen. Ich habe aber noch mehr Gründe gegen die hier oben vorgelegte Art der Koh-

denn die Aushauchung der genannten Luft entsprach ihm bald genau der vorhergegangenen Einathmung (das. S. 77.); bald aber übertraf sogar die erste diese letztere (vergl. eb. das. S. 74. 75.). — S. 212. eb. das. wird erzählt, daß ein Cactus-Zweig 2,5 seines Umfanges (nicht wie da steht — 3,5) Sauerstoffluft — in ein und dreyßig Tagen ausgeathmet habe. Diese Beyspiele sind zureichend, das Gesagte zu beweisen.

lensäureluft - Bildung. Es ist nämlich, mindestens scheint es doch — auffallend, daß fester, von der Pflanze schon in starre Mischungstheile aufgenommener, Kohlenstoff diesen Theilen entzogen werden sollte (im Schatten nämlich), um doch bald darauf (im Lichte) in derselben Form den Pflanzen (und zwar auch denselben Theilen — den Blättern) nur wiedergegeben zu werden. Würden nicht die Pflanzen, wenn sie so verfahren sollten, ganz eigentlich sich begnügen, nichts zu thun? Kämen sie wohl im Geringsten weiter dadurch? Kann man solche Thätigkeit etwa annehmen, vorgebend, sie diene zur Wärmeerzeugung in der Pflanze, u. dergl. m.? —

Sehen wir dieser Kohlensäure-Bildung näher auf den Grund, so zeigt sich die Ansicht davon nicht folgerecht. — Denn es hat sich bereits ergeben, daß wohl die fleischigen Pflanzen — obschon nur eine beschränkte Zeit hindurch — keine Kohlensäureluft (im Schatten) an ihren Luftkreis abgeben, sondern dieselbe in sich behalten; daß somit nur diese Pflanzen den Kohlenstoff, welchen Sauersoffluft als solchen aufgelöst hatte — behalten; indem, wie gesagt, im Lichte die letztere wiederum ausgeathmet wird, wenigstens zum größeren Theile. — Aber, wie steht es denn um alle andere Pflanzen, welche, während sie einathmen, die Kohlensäureluft aushauchen in das unendliche Luftmeer? — Der darin¹⁾ enthaltene Kohlenstoff

1) In der Kohlensäureluft, meine ich nämlich.

ist für die Pflanze verloren; es möchte denn durch die Länge der Zeit ein geringer Ersatz¹⁾ Platz finden für den (— im Vergleiche zu jenem) — ungeheuern Verlust.

Doch, ich glaube, daß dieses hinreicht, den Ungrund jener Ansicht zu beurkunden, und daß es erlaubt sey, anzunehmen und zu erklären, die Meinung, daß die eingeathmete Sauerstoffluft zur besagten Kohlensäure-Bildung lediglich verwendet werde, sey irrig und folge keinesweges aus irgend einer Lebensthätigkeit der Pflanze, geschweige denn aus den Erscheinungen des Athmungs-Geschäftes. Letztere berechtigen uns vielmehr, anzunehmen: die im Schatten ausgehauchte Kohlensäureluft sey ausgeschieden durch eine, von der Sauerstoffluft eingeleitete und auch unterhaltene, Aeufserung oder vielmehr Thätigkeit der Lebenskraft, und habe keinesweges eben von festen Pflanzentheilen (im obigen Sinne) den Ursprung genommen.“

Man muß wohl annehmen (die, vielen Nahrungsaft enthaltenden, Pflanzen deuten ganz darauf hin): daß die Sauerstoffluft zunächst auf das Flüssige wirke, daß dieses stets mit Kohlensäure gesättiget — und die ausgehauchte (Kohlensäure-) Luft als ein (noth-

1) Was diesen Ersatz betrifft, so habe ich dabey die Lehre in Gedanken, nach welcher die, in freyer Natur wachsenden, Pflanzen sich der, im Luftkreise sie umgebenden, Kohlensäureluft bemächtigen können, und Sauerstoffluft dafür aushauchend, den Kohlenstoff in sich behalten.

wendig auszusondernder) Auswurf zu betrachten sey. — Der Nahrungssaft kann betrachtet werden, als mit (fertiger) Kohlensäure gesättigt, welche während des Beytrittes der Sauerstoffluft weichen muß, und zwar im Verhältnisse der Letzteren. Aber es kann auch der Nahrungssaft, auf den die Lebenskraft unaufhörlich zusammensetzend und zerlegend einwirken muß, eine solche Veränderung erleiden durch den angezogenen Sauerstoff, daß unmittelbar und eben dadurch, — indem dieser, mit zusammengesetzten Bildungstheilen jenes Saftes sich einend, das Zerfallen desselben in mehrere Bildungstheile einfacher Art bewerkstelliget, und unter andern Kohlenstoff und Sauerstoff der Mischung so zusammentreten, daß — Kohlensäure erscheint, welche — da sie dem Saft entbehrlich seyn muß — ausgeschieden wird. — Und diese letztere Ansicht ist mir die wahrscheinlichste; so weit ich sie auch auf die Erklärung der mannigfaltigen Erscheinungen des Pflanzenlebens angewandt habe, ist sie mir durchgängig genügend. Ein strenger Beweis für ihre Wahrheit ist, wie wohl einzusehen ist, nicht möglich, bis dahin mindestens nicht; aber der Beweis des Gegentheils ist dem Gegner derselben eine eben so schwere Aufgabe¹⁾. — Da wir

1) Hier sieht man es nun ein, was ich früher sagte, daß nämlich Saussure's Ansicht und die meinige „vom Ursprünge der Kohlensäureluft, welche die Pflanzen aushauchen“ — ihre Thatsache gleich gut zu bezeichnen scheinen. — Welche Art aber, diesen Vorgang zu denken, die größere Wahrscheinlichkeit habe, das stelle ich billig dem Urtheile

die Sauerstoffluft, als die vorliegende Thätigkeit anregend und einleitend, auch unterhaltend — betrachten; so ist es kein Wunder, wenn in unathmiger, keine freye Lebensluft enthaltender, namentlich Salpeterstoff- und Wasserstoff-Luft, in den meisten Fällen (und immer, wenn Pflanzen beym Mangel der Lebensluft sich auf eine andere Art nicht schadlos zu halten wissen), Hemmung jener Thätigkeit, selbst Tod (Absterben) der Pflanze sich einstellt.

Die nächtlichen Athmungen (— so nenne ich die im ersten Abschnitte betrachteten, die auch am hellen Tage Statt finden, so lange nicht unmittelbar strahlendes Sonnenlicht auf die Pflanze fällt, obgleich sie dann minder merklich sind), bewirken also eine

meiner Leser anheim, indem ich denselben nur noch — eben zur Beurtheilung — in Erinnerung zu bringen wünsche, daß ein Pflanzentheil — gleich viel, welcher es sey — in jeder „keinen Sauerstoff enthaltenden“ Luft verwelkend (und verwesend) eine Menge von Kohlensäureluft aushaucht, die, im Verhältnisse zum Umfange der Pflanze, „ungemein groß“ zu nennen ist, und die, mindestens eine beträchtliche Menge der, jene Säureluft bildenden, Grundbestandtheile in der Pflanze nachweisen. Und wenigstens sieht man auch hier, daß Sauerstoffluft nicht in der Umgebung der Pflanze zu seyn braucht, damit diese Kohlensäureluft aushauchen könne, die erstere (Pflanze) sey absterbend (wie hier), — oder lebend, wie in den Fällen, wo sie Kohlensäure - (und Sauerstoff-) Luft in einer Umgebung ausathmet, die keinen Sauerstoff enthält. — In der, aus verwesenden (d. i. beym Ausschlusse gemeiner Luft sich zersetzenden) Pflanzentheilen sich entbindenden, Luft ist der Wasserstoffluft viel zu wenig, als daß angenommen werden könnte „Kohlenstoff der Pflanze, und Sauerstoff des Wassers hätten die hier auftretende Kohlensäureluft gebildet;“ u. s. w.

Absonderung von Kohlenstoff (-Säure) und Aneignung von Sauerstoffluft. Es scheint in der That wunderbar, daß die Pflanzen bey diesen Athmungen so verschwenderisch umgehen mit dem Kohlenstoffe, der ihnen, wenn man mehrere der neueren Versuche, die das Pflanzenleben berücksichtigen, sich vorhält, im Ganzen doch nicht im Ueberflusse zugeführt werden soll. — Ueber die Quellen, welche den Gewächsen den Kohlenstoff liefern, den sie in so großer Menge besitzen, hat man bekanntlich verschiedene Meinungen gehegt¹⁾. So läßt ihn v. Crell²⁾ durch die Lebenskraft der Gewächse unmittelbar gebildet, erzeugt werden; würde dies überzeugend bewiesen, so wäre mit dieser Ansicht die beträchtliche Aussonderung der Kohlensäureluft am leichtesten zu vereinigen; eben so leicht und leichter als mit der Meinung derjenigen, welche den Kohlenstoff aus dem Boden aufgenommen haben wollen.

Aber Saussure³⁾ will jene, Kohlenstoff den Pflanzen gebende, Quelle in der Kohlensäureluft finden, welche sich in unserem Luftkreise aufhält. Bey Gelegenheit der Rede über den Nutzen des Sauerstoffes im Pflanzenleben, sagt er indess (vergl. a. a. O. S. 121.) „die ausgezogenen Säfte (der Dammerde)

1) S. C. Sprengel's „Vom Bau und der Natur der Gewächse.“ S. 248.

2) Vergl. L. v. Crell in Commentat. Goetting. rec. T. I. Auch Schweigg. Journal f. Chemie und Phys. 2. B. S. 281. folg.

3) a. a. O. S. 45. u. s. w.

assimiliren wahrscheinlich ihren Kohlenstoff den grünen Theilen der Gewächse nur in so fern, als sich derselbe hier (in den grünen Theilen nämlich) in kohlensaures Gas verwandelt hat.“ — S. 122. eb. das. „dafs die grünen Theile, indem sie das kohlensaure Gas — in welches sie die Sauerstoffluft umgewandelt haben — zerlegen, einen Theil der letzteren zurückbehalten.“ — Nun heifst es ferner (S. 53. 215. u. a. m. St.) — es geht nämlich (aus der Deutung der Erscheinungen nach dieser Ansicht hervor —: die Kohlensäureluft werde im Lichte ausgehaucht, um in Kohlenstoff und freye Sauerstoffluft zerlegt zu werden.

Wird es zugegeben, was neuere Untersuchungen nicht ganz wollen, dafs nämlich unverbrannter Kohlenstoff (des Erde-Auszuges) durch die Wurzeln in die Pflanzen gelange; so wäre es eben nicht unglaublich, dafs der durch Einathmung erlangte Sauerstoff an diesen Kohlenstoff trete und Kohlensäure bilde. Dagegen ist es aber sehr unwahrscheinlich, dafs dieser Kohlenstoff, der in den Werkzeugen der Lebenskraft der Pflanze — innig mit anderen Stoffen verbunden — schon vorhanden ist, zu Kohlensäure gebildet werden sollte, um im Lichte doch nur wieder abgeschieden zu werden (als Kohlenstoff). Wir sahen schon, dafs die Kohlensäure hier nicht Eigenthum der Pflanze bleibt; dafs sie sich entfernt, im Lichte also nicht der Pflanze den Kohlenstoff wieder-schaffen kann. Das Spiel der Thätigkeiten, wel-

ches Saussure angibt, als der Pflanze den Kohlenstoff liefernd; bewirkt demnach ganz das Gegentheil dieser Behauptung und ist somit wohl nicht anzunehmen.

Gelangt nun der Kohlenstoff, den die Pflanzen aus dem Boden nehmen, welche Meinung einige Schriftsteller durch triftige Gründe unterstützen — als Kohlensäure in die Wurzeln; so ist das eben betrachtete Spiel vom Hause aus schon unzulässig. Wenn aber Pflanzen, welche nur Wasser und Licht zur Nahrung haben, die Menge ihres Kohlenstoffes vermehren, so erinnert dies einerseits an die Möglichkeit ursprünglicher Erzeugung desselben. — In wie weit es anzunehmen sey, daß die Kohlensäureluft des Luftkreises der Pflanze Kohlenstoff liefern könne; darauf kommen wir noch zurück.

Die Meinung, daß die Pflanzenblätter, sobald das Sonnenlicht auf sie einwirkt, Kohlensäureluft aushauchen, bevor sie noch zerlegt wird, ist sicher nur dadurch entstanden, daß und weil man den, mit Pflanzen im Lichte eingeschlossenen, reinen Kalk u. s. w. mit Kohlensäure verbunden antraf, wenn ein, längere Zeit andauernder, Versuch gedachter Art beendigt war. Oben habe ich aber bereits gezeigt, (2. Abschn. 6.) daß der Kalk nicht nur Kohlensäure aus der Luft entfernte, sondern auch Sauerstoffluft; obschon etwas mehr aus dem Behälter, wo eine Pflanze wohnte, als aus demjenigen, wo nur Luft vorhanden war. In dem ersteren zehrte ja aber auch die Pflanze von der Sauerstoffluft. Und dies findet

auch im Lichte Statt, und um so mehr, je mehr die, das Gegentheil — die Sauerstoffluft-Ausathmung — einzig merklich bedingende, Kohlensäure abwesend ist. Aus dem Verlaufe dieser Abhandlung wird es sich dem Leser ergeben, daß die letztere Eigenschaft der Kohlensäure wirklich und eigentlich ausschliesslich zukomme; wenn gleich Herr Ruhland und mehrere andere Schriftsteller das nicht zugeben wollen.

So hätte ich demnach diese auffallende und wirklich überaus widrige Meinung, daß die Kohlensäureluft nämlich erst ausgehaucht werden müßte, ehe sie zerlegt werden könnte, aus dem Wege geräumt. Würde doch auch fast geradehin durch dieselbe behauptet werden, die Zerlegung geschehe außerhalb, d. h. durch die äußere Fläche der Pflanze¹⁾. Und

1) Diese Behauptung Saussure's, der zu Folge, wie gesagt, die Zersetzung der Kohlensäureluft außerhalb der Pflanze — an ihrer Fläche — geschehend gedacht werden muß, erinnert mich an eine Aeußerung des Herrn Professors Steffens, wodurch derselbe den Ausdruck „Aushauchung“ (folglich auch den der „Einathmung“) der Luftarten durch Gewächse — unrichtig bezeichnet nennt, „weil die atmosphärische Luft nicht erst eingesogen und reiner ausgestossen werde; sondern die Differenzirung des kohlensauren Gases vielmehr eben so äußerlich sey, wie alle übrigen Functionen der Pflanzen.“

Die Behauptung, daß die Luft von den Gewächsen nicht eingesogen werde, ist aber keinesweges richtig; sondern durch die Erfahrung, daß jene die mit ihnen eingeschlossene Luft im Schatten vermindere, völlig widerlegt. Diese wirkliche Einathmung von (Sauerstoff-) Luft sieht man ganz überzeugend an den fleischigen Pflan-

wie sollte denn der hier abgeschiedene Kohlenstoff in die Pflanze kommen, in welcher Form? Wäre man

zen. Im Schatten vermindern sie den Umfang ihres Luftkreises, weil sie Luft einathmen; sie bringen dagegen im Lichte diesen Luftkreis auf beynahe den anfänglichen Umfang zurück, weil sie Luft wirklich aushauchen. — Weiter unten werde ich übrigens eine Thatsache bekannt machen, die im Stande ist, die Behauptung: daß die Zerlegung der Kohlensäure in ihre Grundtheile außerhalb der Pflanzen geschehe — welche wir schon bestritten haben — als unzulässig überzeugend darzu-
thun.

Ich muß hier zugleich noch einigen Erfahrungen widersprechen, worauf eben dieser scharfsinnige Gelehrte, in eben dieser Abhandlung (Marcus und Schelling's Jahrbücher der Medicin 3. B. S. 127. u. folg.) das Urtheil ganz besonders zu stützen sucht: „die Aushauchung der Sauerstoffluft geschehe durch eine lebendige Spannung der Pflanze selbst, so wie der, dieselbe umgebenden Luft, — welche Spannung die Pflanze auf eine organische Weise erzeuge. — Der Erfolg dieser Spannung sey Sauerstoffung der Luft — und sohin — Entsauerung der Pflanze. — Daß nun beyde (Sauerstoffs-Spannung der ersteren und Entsauerung der Pflanze) einerley seyen, das, sagt Steffens, erhelle aufs deutlichste aus den Erfolgen jener Versuche Senebier's, Ingenhouss's und Humboldt's, welche gelehrt haben sollen, daß die, der gemeinen zugesetzte, Wasser-Luft die Aushauchung der Sauerstoffluft durch Pflanzen befördere, „indem die Spannung des Tages (d. h. die Oxydations-Spannung der Luft) anfangt, wirksam zu werden, und das kohlen-saure Gas — wie im Sonnenlichte — sich differenzire, wenn gleich mit geschwächter Energie, und die Pflanzen, selbst im Dunkeln, grüne Blätter erhalten.“ — Besonders Ingenhouss sagt nun zwar mit klaren Worten *): daß Pflanzen, auch im Dunkeln, die mit ihnen eingeschlossene Wasserstoffluft in Knallluft verwandeln, (also Sauerstoffluft ihr zusetzen), und das noch dazu in einer Nacht. Diese und ähnliche Behauptungen beruhen

*) Ingenhouss a. a. O. 1. B. S. 114.

am Ende nicht gar genöthigt, sich zu wundern, daß in manchen Fällen kein Kohlenanflug sich zeigt, etwa so, wie ihn der Graf von Morozzo bemerkte an Pflanzen, welche an Sümpfen gewachsen waren, und an deren Blättern sich eine wahre Kohlenrinde gezeigt, die durch Zerlegung der Kohlenwasserstoffluft entstanden seyn soll? ¹⁾ Und daran wird doch, wenigstens im Ernste, schwerlich Jemand glauben wollen.

Senebier's Ansicht von der Zerlegung der Kohlensäure durch Pflanzen, als der Thätigkeit, wodurch zunächst die Ausathmung der Sauerstoffluft im Lichte möglich und erkläret seyn soll, hat durch die Erklärungsart der sie durchführenden Schriftsteller viel mehr Schwierigkeiten erhalten, als wirklich nothwendig waren. Das haben wir zum Theil gesehen, indem wir schon einige der am meisten auffallenden gewürdigt haben. — Es wundert mich in der That, daß man nicht schon früher sich bemühte, ihre Unzulänglichkeiten (versteht sich, daß ich nicht die ganze Ansicht der Kohlensäure - Zerlegung meine,

aber ganz ohne Zweifel auf Täuschungen, die sich kaum enträthseln lassen. Im Lichte können die Pflanzen zwar Sauerstoffluft aushauchen in reiner, (so wie in der, mit gemeiner gemengten) Wasserstoffluft; aber nur, wenn in dieser Luft „Kohlensäureluft“ ist. Im Finstern hauchen die Pflanzen — in der Wasserstoff-, wie in jeder anderen Luft — nur Kohlensäure-, nie Sauerstoff-Luft, aus.

1) Annales de Chimie T. IV. p. 165.

sondern eben jene Schwierigkeiten — unerwiesene Hauptsätze — derselben) aufzudecken.

Was zunächst die Senebier - Saussure'sche Ansicht betrifft, so habe ich oben (2. Abschn. II.) umständlich genug darauf aufmerksam gemacht, wie merkwürdig sich die Kohlensäureluft verhalte, zu den mit dem Lichte in Gegenwirkung stehenden Pflanzen. Es ergibt sich aus meinen Versuchen eine grössere Fähigkeit der Pflanzen, Kohlensäureluft zum Verschwinden, und dafür Sauerstoffluft zum Vorschein, zu bringen, als man bis dahin angenommen hat. Wir werden sehen, daß Saussure eine Pflanze etwa den dreysigfachen Umfang an Sauerstoffluft hervorbringen sah — in sechs Tagen und längerer Zeit. Man erinnere sich der Menge dieser Luft, welche mir ausgehaucht wurde, wenn ich der Pflanze die Kohlensäureluft in solchen Verhältnissen darbrachte, daß ich dabey das Leben des Gewächses aufs Spiel setzte.

Erinnern wir uns der Fähigkeit der Pflanzenblätter, auch in zerschnittenem, selbst zerrissenem Zustande, mittelst der Einwirkung dieser Kohlensäureluft, noch Sauerstoffluft entwickeln zu können. Was die Sauerstoffluft betrifft, welche durch andere Körper (Säuren) als Kohlensäure, bey ihrem Einflusse auf Pflanzen, hervortrat (2. Abschn. II. 14. auch 15. Vers.); so entstand diese:

1) durch die, in geringer Menge im Ausdunstungs - Wasser enthaltene, Sauerstoffluft, welche nur durch die Säure ausgetrieben wurde; aber

2) durch die Kohlensäure ebenfalls, welche nicht minder vorhanden ist, sowohl in dem bereits ausgedünsteten Wasser, als in dem, noch in den Blättern enthaltenen, wässerigen Saft; — auf welchen die Säure noch wirken kann. —

Wenn also Pflanzenblätter auch durch andere Körper als die Kohlensäure, Sauerstoffluft aushauchen, so ist dies zum Theil nur anscheinlich der Fall, und wird dann eigentlich auch nur durch die Kohlensäure bedingt, welche durch jene Körper gleichsam in ein mehr freyes, durch sie in der eigenthümlichen Wirkungsart gestärktes — Verhältniß gesetzt wurde. Im fünften Abschnitte (2. Abtheilung dieser Schrift) werde ich mehrere Erfahrungen bekannt machen, welche fähig sind, diese meine Erklärungsart zu bestätigen und in helleres Licht zu stellen.

Die fleischigen Pflanzen können, wie wir gesehen haben, im Lichte eine merkliche Menge Sauerstoffluft aushauchen. Es ist bekannt, daß sie eine beträchtliche Menge Kohlensäureluft, welche durch die Einathmungen der Lebensluft ausgeschieden wird aus dem Nahrungssaft, in sich zurückbehalten; während andere Gewächse dieselbe fast gänzlich ihrem Luftkreise abgeben. Kein Wunder also, daß die zuerst genannten Gewächse nun im Lichte Sauerstoffluft ausathmen; — die Bedingungen sind ja gegeben. Fragt man, warum und zu welchem Zwecke denn die eingeathmete Luft nun wieder ausgeathmet werde? so fordert man dadurch die physiologische Erklärung der „Athmungs-Thätigkeiten der Pflanzen in ihrer

ganzen Bedeutung.“ Und es mögen sich meine Leser selbst daran machen, sich dieselbe weiter zu zeichnen und vorzuhalten, als es hier überhaupt geschehen kann. Damit aber die vorstehenden Erscheinungen nicht unrichtig gedeutet werden mögen, ist noch ein Mal bemerklich zu machen: daß nicht alle Sauerstoffluft im Lichte wieder ausgehaucht werde, welche die Pflanze vorher einnahm; sondern nur ein — obschon der grössere — Theil davon; daß somit auch, wenn man, so zu sagen, die Rechnung richtig führt, der Luft in diesem Falle mindestens keine Zugabe von dieser ausgehauchten Luft geschehe; m. vergl. a. 2. Abschn. 5. Vers. d. Schrift.

Um den, hier späterhin zu betrachtenden, Erklärungsarten und Ansichten der näheren Ursache der, durch die Pflanzen mittelst der Kohlensäure hervorzubringenden, Lebensluft zu begegnen, ist es nöthig, hier einige wichtige Seiten des Erfolges zu betrachten, den man erhält, wenn Pflanzen, so zu sagen, die Kohlensäureluft „verarbeiten.“ Diese so beachtungswerthen Erscheinungen, die dennoch, ihrer grossen Merkwürdigkeit ungeachtet — wie es mir scheint, fast ganz übersehen sind — was wenigstens jüngst von unserm Ruhland geschehen ist; — will ich an einem oder an ein Paar Versuchen bemerklich machen, welche Saussure beschrieb, und die ich, auch unter mannigfaltigen Abänderungen, häufig angestellt und wiederholt habe; wobey der Erfolg denen des genannten Naturforschers entsprach und die-

selben noch übertraf, rücksichtlich der Menge der ausgeathmeten Sauerstoffluft.

Um an die Betrachtung eines solchen Versuches zu kommen, so erzählt Saussure¹⁾:

Sieben Sinngrün - Pflanzen (*Vinca minor* L.), welche eines halben Cubikzoll Raum einnahmen, wurden in einen abgesperrten Luftkreis gebracht, welcher zweyhundert und neunzig Cubikzoll gemeiner Luft enthielt, worin sich aber ein und zwanzig und drey Viertel Cubikzolle Kohlensäureluft befanden. Am siebenten Tage wurden die Pflanzen herausgezogen aus dem Behälter und die Luft geprüft. Es war aus derselben alle Kohlensäureluft verschwunden; aber vierzehn und drey Viertel Cubikzolle Sauerstoffluft waren ausgehaucht, sieben Cubikzolle (derselben Luft) sollen die Pflanzen sich angeeignet haben.“

Es ist nun von der größten Wichtigkeit, zu sehen: daß hier die Pflanzen eine so große Menge Luft aushauchten. Diese Menge erscheint aber erst recht beträchtlich, wenn man sie auf den Umfang der Pflanzen bezieht, welche sie hervorbrachten. Dieser Umfang betrug „einen halben Cubikzoll;“ derselbe ist aber neun und zwanzig und ein halbes Mal in der, durch diese Pflanzen ausgehauchten, Lebensluft enthalten. Ich habe früher schon bemerkt gemacht, daß diese Luft in einer Menge ausgehaucht werden kann, welche die hier angegebene, verhältnißmässig bey weitem, noch

1) a. a. O. S. 37. folg.

übertrifft, dafern nur der Pflanze die Kohlensäureluft in größerem Verhältnisse dargeboten wird. Es ist in diesem Falle freylich mehr oder weniger um das Leben der Pflanzen geschehen; aber die, auf den Umfang der Pflanze bezogene, am ersten Tage des Versuches ausgehauchte, Luftmenge übertrifft die, im vorliegenden Versuche angegebene, — in dieser Zeit ganz beträchtlich; m. vergl. was hierüber (2. Abschn. II. im 8. und 9. Vers.) oben angemerkt worden ist.

In dem beschriebenen Versuche soll eben so viel Salpeterstoffluft ausgehaucht worden seyn, als Sauerstoffluft von der Pflanze, während des Versuches, gebunden und festgemacht (verähnlicht) seyn soll, d. h. sieben Cubikzolle. Nicht zu gedenken, daß es schwer zu erklären seyn würde, wie eine Pflanze täglich das Zweyfache ihres Umfanges an Salpeterstoffluft eines Körpers, dessen sie nur wenig bedarf, in ihrem Haushalte auszuhauchen vermöge — und das sieben Tage hinter einander, — was beweisen würde, daß sie doch mindestens den vierzehnfachen Umfang davon enthalten habe, da sie in den Versuch kam; — so ist es mir doch auch nicht möglich gewesen, bey meinen in gemeiner (abgesperrter) Luft angestellten Versuchen, weder eine solche Ausathmung wahrzunehmen, noch eine Einathmung dieser Luft, welche jene, von Saussure angegebene, beträchtliche Aushauchung zu erklären, irgend die Möglichkeit zuliesse.

Ohne mein Erinnern ist es klar, wie wichtig es in mehr als einer Hinsicht sey, wegen dieser vorgeb-

lichen Salpeterstoffluft - Ausathmung der Pflanzen ins Reine zu kommen. An einem anderen Versuche Saussure's will ich zu zeigen mich bestreben, wodurch dieser Chemiker veranlaßt worden ist zur Behauptung der in Rede stehenden Ausathmung, und weshalb ich ihr widersprechen muß. Es möchte auffallend seyn, daß ich hier mich bemühe, die Ausathmung der Salpeterstoffluft durch Pflanzen in Abrede zu stellen — gegen Saussure, während ich doch oben (im ersten Abschnitte) eben sowohl gegen ihn die Einathmung dieser Luft behauptete. Es ist aber zu bemerken, daß die Statt findende Einathmung der Salpeterstoffluft, wie ich es auch schon sagte, bey den Früchten weit beträchtlicher ist, als bey den zarten Blättern der Pflanzen. Gelingt es mir nun, zu beweisen, daß auch die Ausathmung der gedachten Luft geringfügig ist, der Einathmung derselben, welche vorherging, also entspricht; so sind wir doch allerdings, und das ganz folgerecht, mit dem fraglichen Gegenstande aufs Reine gekommen.

Wenn man die Menge der Salpeterstoffluft überschauet, welche Saussure durch vier verschiedene Pflanzenarten „ausgehaucht“ wissen will, mit denen er vier verschiedene Versuche anstellte¹⁾; so verwundert man sich doch wirklich, hinsichtlich der Menge der ausgeathmeten Luft, einer Verschiedenheit, wel-

1) a. a. O. S. 37. u. s. w. S. 44. ist noch ein fünfter Versuch vorhanden, in welchem aber der Umfang der Pflanze, welche zum Versuche diente, nicht angegeben ist.

che, der Natur auf Rechnung zu schreiben, man doch ungern und nicht mit Rechte sich befugt halten dürfte. Die Natur zeigt ein so gleichförmiges und übereinstimmendes Verfahren — wie überall, so auch hier bey den Athmungen der Pflanzen; — daß dieser Mangel an Uebereinstimmung in Fehlern der Beobachtung seinen Grund haben muß. Und in der That kann ich es kaum erklären, wie Saussure eine Verminderung der Kohlensäureluft erfahren konnte, die nur bis zwey Drittel ihres Umfanges ersetzt wurde — durch „ausgehauchte Sauerstoffluft“; eine Verminderung, welche ich nie in solchem Mafse wahrnehmen konnte, obschon mir einige Versuche den Schluß zuzulassen scheinen, daß sie zwar „möglich“ sey: aber nur dann, wenn die Pflanze, hinsichtlich des Umfanges, ein übermässiges Verhältniß hat zu der gegebenen (geringen) Menge der Kohlensäureluft.

Schätzt man die Menge der Salpeterstoffluft, welche jene Pflanzen ausgehaucht haben sollen, nur ungefähr, in Beziehung auf eine Tageszeit und auf den Umfang der Pflanzen, so findet sich, daß

1) *Vinca minor* „täglich“ 4 Mal ihren eigenen Umfang,

2) *Mentha aquatica* täglich etwa $\frac{2}{5}$,

3) *Lythrum salicaria* - - - $\frac{1}{7}$,

4) *Pinus genevensis* - - - $\frac{1}{36}$,

ihres eigenen Umfanges — von der in Rede stehenden Luft ausgehaucht hätten.

Um einen solchen Versuch näher zu betrachten, so wurde ein Siebentel eines Cubikzoll Lythr. salicaria in einen Luftkreis gebracht, der fünf und siebenzig Cubikzolle betrug, worin das Kalkwasser 0,10 Kohlensäureluft anzeigte. Nach sieben Tagen hatte die sämtliche Luftmenge eine Abnahme erlitten, die etwa einen halben Cubikzoll ausmachte. Die Luft ergab sich bey der Prüfung bestehend, aus:

27,25 Sauerstoff-

72,75 Salpeterstoff-

ohne alle Kohlensäure - Luft. — Man findet nun durch Rechnung, daß die Luftmengung, bevor die Pflanze noch darauf einwirkte, enthalten mußte:

10,00 Kohlensäure -

18,90 Sauerstoff-

71,10 Salpeterstoff - Luft;

wie auch, daß dieselbe nach der Einwirkung der Pflanze — zu Ende des Versuches — hätte bestehen müssen aus

$(18,90 + 10 =) 28,90$ Sauerstoff- und

71,10 Salpeterstoffluft;

dafern man die geringe Umfangsverminderung der ganzen Luftmenge (die der Berechnung zu Folge eigentlich nur zu 0,27 eines Cubikzoll angeschlagen werden kann) übersieht, und wenn alle Kohlensäure - durch Sauerstoff - Luft ersetzt worden wäre.

Es wurden aber 1,65 der ersteren Luftart „weniger“ vorgefunden; dahingegen (und folglich) eben so viel der letzteren „mehr“. Dies und die angemerkte Verminderung der Luft hat nun Saussure be-

wogen, zu erklären: „diese 1,65 Sauerstoffluft seyen von der Pflanze zurückbehalten (gebunden), es sey aber eben so viel Salpeterstoffluft ausgehaucht — „weniger“ so viel, als die Luft - Verminderung betrug, das heisst: weniger 0,27 eines Cubikzoll in diesem Falle; oder, was dasselbe ist, mit Saussure's Worten zu reden: die Pflanzen brachten 7,50 Cubikzolle Kohlensäureluft zum Verschwinden; dafür athmeten sie

6,13 Cubikzolle Sauerstoffluft aus, hielten aber 1,37 Cubikzolle derselb. Luft zurück, wogegen indess 1,1 Cubikzoll Salpeterstoffluft ausgehaucht wurde. Und dann muß die Umfangs - Verminderung nur $(1,37 - 1,1 =) 0,27$ eines Cubikzoll betragen haben.

Bey den in Betracht stehenden Versuchen bemerkt der Urheber derselben, daß die zu den Versuchen dienenden Pflanzen in etwa drey Viertel eines Cubikzoll reinen Wassers mit den Wurzeln getaucht haben, und ohnehin noch, um den (vorgeblich) schädlichen Einfluß des sperrenden Quecksilbers zu verhindern, dieses mit einer Wasserschicht bedeckt gewesen sey¹⁾. Obschon nun dieses Wasser keinen erheblichen Einfluß auf die Kohlensäureluft

1) Was diesen schädlichen Einfluß der Quecksilber-Dämpfe betrifft, so bemerkt ein Beurtheiler des Saussure'schen Werkes — ganz treffend, daß nicht jene Dämpfe den Pflanzen nachtheilig seyen; sondern der Mangel an (wässeriger) Feuchtigkeit. (Schraders N. Journal f. d. Botanik 2. 2. 147.)

gehabt haben soll, so habe ich mich doch überzeugt, daß das Gegentheil in gewissem Mafse Statt finde und beträchtlicher als man es glauben sollte. Man überzeugt sich davon, wenn man eine Pflanze mit wenig Wasser in einen, Kohlensäure- und gemeine Luft enthaltenden, Glasbehälter bringt, während in einem gleichen Behälter mit derselben Luft ein gleicher Umfang einer anderen (gleichen) Pflanze nur so gebogen wird, daß kein anderes Wasser, als das durch die folgende Ausdünstung hervorgebrachte, mit hineinkommt. Es ist nun klar, daß die vom Wasser aus der Luft entfernte Kohlensäureluft baarer Verlust ist an „durch die Pflanze auszuathmender“ Sauerstoffluft und daß sie ohnehin die Menge dieser Luft, welche von der Pflanze als „zurückbehalten“ angenommen wird, so wie die Platz gehabte Umfangsverminderung — „fälschlich“ — zu groß angibt.

Die Einrede: ich habe selbst ebenfalls, und zwar eine große Menge (Sperrungs-) Wassers in einigen oben beschriebenen Versuchen angewandt — trifft mich nicht; da es mir dort nicht um eine genaue Berechnung Statt findender Vermehrung und Verminderung des Umfanges der Luft zu thun war, die ich um so eher daselbst umgehen konnte, da ich hier davon reden mußte. Und wie ich es schon früher sagte, habe ich immer, wenn ich Pflanzen in, Kohlensäure- und gemeine Luft enthaltenden, Gefäßen im Lichte leben liefs, „nur eine geringe Verminderung des ganzen Luftumfanges“ bemerken können und in der Maasse, daß dieselbe der Menge

von Kohlensäureluft entsprach, welche verschwunden, und von der Pflanze nicht durch die gleichkommende Menge Sauerstoffluft ersetzt worden war; vorausgesetzt, daß ich nur die Fälle meine und die Versuche, in welchen kein Wasser angewandt wurde, das den Erfolg nothwendig — je nach Umständen — mehr oder weniger verschieden angeben muß. Ein Paar mit Aufmerksamkeit und Genauigkeit — so weit sie übrigens dabey möglich ist — angestellte Versuche (auf angegebene Art) werden einem Jeden zureichend das Gesagte darzuthun im Stande seyn.

Durch diese Betrachtung sind wir demnach übereingekommen, daß jene Umfangsverminderung der Luft (weder 0,50 noch 0,27, sondern) 1,37 Cubikzoll betragen haben muß, oder nach unserer Berechnung in Hunderttheilen, 1,65. Zieht man nun diesen Verlust von Sauerstoffluft von derjenigen Menge derselben Luft, welche hätte vorhanden seyn müssen, sofern für alle Kohlensäureluft dieselbe Menge Sauerstoffluft ausgehaucht wäre, so findet man, daß jene Luft (des vorliegenden Versuches) enthalten mußte:

$(28,90 - 1,65 =) 27,25$ Sauerstoff- und
 $(71,10 + 1,65 =) 72,75$ Salpeterstoff-Luft;
das ist, gerade so zusammengesetzt war, wie
Slaussure es angegeben hat.

Man könnte nun wohl sagen, jene 1,65 durch die Pflanze gebundener Lebensluft seyen durch Salpeterstoffluft ersetzt; doch aber nur dem

größereren Theile nach. Setzt man nämlich jene fünf und siebenzig Cubikzolle der ganzen Luftmenge zu Anfange des Versuches $= 100^1$), so sind diese, zu Ende desselben, zu $(100 - 1,65 =) 98,35$ geworden — durch die oft genannte Verminderung eines der darin befindlichen Bestandtheile, und setzt man oder theilt man nun diese Luftmenge in hundert gleiche Theile, so gibt man (so zu sagen) derselben 1,65 von ihr selbst hinzu, und nur in dieser Hinsicht, d. i. beziehungsweise (relativ) wird die von der Pflanze verzehrte Sauerstoffluft grösstentheils durch Salpeterstoffluft ersetzt (in so weit nämlich der grössere Theil der 1,65 dieser Luft Salpeterstoffluft ist).

Aber, wird man fragen, wenn der Umfang des Luftkreises, worin *Lythr. salicaria* lebte, genau und gerade nur „um die Luftmenge“ vermindert wurde, welche diese Pflanze während der gegebenen Zeit verzehrte — wie steht es denn mit der (doch wohl) ausgeathmeten Salpeterstoffluft? — Um den Leser schon hier zu befriedigen, so bemerke ich, daß dieselbe in so geringer Menge ausgeathmet wurde, daß sie (mindestens in diesem hier gewürdigten Versuche) fast gänzlich ausserhalb der Gränzen möglicher Wahrnehmung blieb. Im fünften Abschnitte werde ich diese meine, etwas kühn scheinende, Behauptung rechtfertigen, indem ich dort zeige, daß eine Pflanze

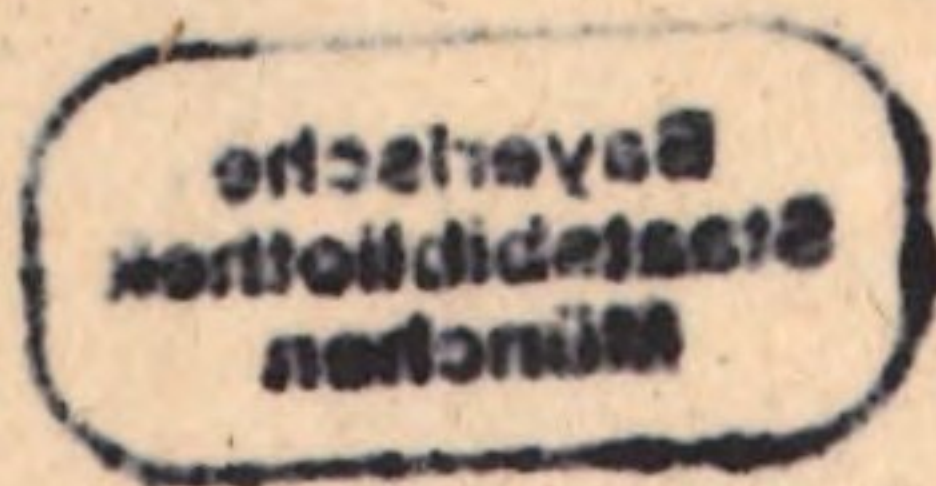
1) Indem man sich (— um mich kürzer auszudrücken —) die darin befindliche Kohlensäure - durch die Pflanze ganz in Sauerstoff - Luft schon umgewandelt denkt.

mehr Salpeterstoffluft auszuhauchen, als ihr eigener Umfang beträgt — nimmermehr im Stande ist. — Die Pflanze, von der im Vorstehenden die Rede ist, hat dort also noch nicht ein Siebentel eines Cubikzoll's von solcher Luft ausathmen können (da ihr Umfang nur so groß war) — wie viel weniger denn — was Saussure will — einen und ein Zehntel Cubikzoll.

Ueberschaut man das bis dahin Gesagte gleichsam mit einem Blicke, so kann man sich dann der Meinung, ja der Behauptung, fast gar nicht mehr erwehren „dass die Pflanzen die Kohlensäure zu zerlegen im Stande seyn müssen.“ Und in der That werde ich diese Ansicht vertheidigen müssen und zu vertheidigen im Stande seyn, gegen die Angriffe zweyer höchst verehrungswürdiger Physiker, welche ohnlängst dem Gegenstande unserer Unterhaltung ihre Aufmerksamkeit zukehrten.

Um mit der gewichtigeren (der Ungezwungenheit halber, mit der sie alle die Erscheinungen, von welchen oben Meldung geschah, zu erklären das Ansehen hat) — mindestens auf den ersten Anblick so scheinenden — Ansicht den Anfang zu machen, will ich hier zuerst an Ruhland's Aussprüche gehen. Es sagt dieser scharfsinnige Naturforscher zunächst¹⁾, „dass das allgemeine Resultat vieler, auf mehrere Pflanzenfamilien ausgedehnten, Versuche (Saussure's) war, dass die Ausathmung von Sauerstoffgas durch

1) Am a. O. S. 360.



die Pflanzen im Lichte, in genauer Beziehung zu der Einathmung dieses Gases bey Nacht stehe, und von dieser abhängen.“ — „Diesemnach sollte man nun glauben,“ fährt er fort, „Saussure würde bey dem Resultate stehen geblieben seyn, daß alle von den grünen Theilen der Pflanze im Lichte ausgesonderte Sauerstoffluft, blos von ihnen zuvor absorbirt und somit das, was die Naturforscher bisher von einer Zerlegung der Kohlensäure angenommen haben, eine Täuschung sey; und wirklich,“ setzt er hinzu, „sind auch die von ihm erhaltenen Resultate so scharf, und für diese Annahme so beweisend, daß Jeder, der sich mit diesen Versuchen vertrauter macht, keinen Anstand nehmen wird, dieser Meinung beyzutreten.“ —

Aber wirklich findet das Gegentheil Statt, eben wenn man sich mit solchen Versuchen vertrauter macht. Dies hat sich zum Theil schon ergeben, es soll aber bald noch mehr bemerklich gemacht werden. — Ruhland zieht nun eben die Versuche Saussure's in Betracht, welche ich hier kurz vorher genau würdigte, indem er sich vorzugsweise an den zu halten und den näher betrachtet zu haben scheint, mit den Sinngrün-Pflanzen. So urtheile ich deshalb, weil er angibt, — was wir uns auch vor die Augen brachten — „daß die Pflanzen in den meisten Fällen zwey Drittel der Kohlensäureluft, welche sie zum Verschwinden brachten, durch Sauerstoffluft ersetzt haben sollen.“

Dafs aber, — um dem oben Gesagten zuerst uns entgegen zu stellen, — die im Lichte ausgehauchte Sauerstoffluft „nur zuvor eingenommen (im Schatten),“ und dafs sie im Lichte nur wieder ausgegeben sey, „wie“ sie eingenommen worden, — das wird sich gleich als ungegründet ergeben, auch in Betreff der fleischigen Pflanzen. Diese enthalten nämlich Kohlensäure, welche den Grund der im Lichte (durch diese Pflanzen) ausgeathmeten Luft ausmacht. Diese entspricht mehr oder weniger der eingeathmeten Menge (— bey diesen Pflanzen, wovon wir die Ursache in ihrem besonderen, durch eigenthümliche Beschaffenheit und Einrichtung begründeten, Verhalten aufgefunden haben); eine genaue Beziehung, worin ihre entgegengesetzten Athmungen stehen sollen, ist aber nicht vorhanden. Wozu sollte auch wohl ein solches Spiel nützen, wodurch einem Körper etwas gegeben wird, um doch dasselbe, bald darauf, ihm nur wieder zu nehmen? — Man möchte mir einwenden, es könne zur Erregung und Unterhaltung elektrochemischer Thätigkeiten in der Pflanze dienen, wenn doch sonst kein Nutzen abzusehen sey; — aber ich brauchte dieser Annahme nicht Rede zu stehen, da sie etwas — wenn auch nothdürftig und gezwungen zu erklären — doch zu beweisen nicht vermag, und ohnehin von falschem Grunde ausgehet. — Uebrigens haben wir uns hier nur zu erinnern, dafs andere (als fleischige) Pflanzen dann wohl im Lichte eine Menge Sauerstoffluft aushauchen, wenn sie mit einer geringen Luftmenge in einem abgesperr-

ten Behälter, worin sie die Nacht zubrachten, dem Lichte ausgesetzt werden; — daß aber diese nie — es sey denn durch einen leicht zu errathenden Zufall oder einen Fehler der Beobachtung — in genauer Beziehung steht (hinsichtlich der Menge, wie es sich hier von selbst versteht) zur vorhergegangenen Einathmung, sondern daß vielmehr der Sauerstoffluft immer weniger ausgehaucht, als Kohlensäureluft eingenommen wird. Daß übrigens diese zuletzt genannten Pflanzen nur in sofern eine meßbare Menge der ersteren Luftart aushauchen, als und weil die Kohlensäureluft, die sie erzeugten (im Schatten), dieselben noch umgab (weil sie aus dem gesperrten Behälter nicht entweichen konnte), und daß von einer meßbaren Aushauchung der Lebensluft die Rede nicht seyn kann, wenn die Pflanzen, in freyer Luft lebend, die ausgehauchte Kohlensäureluft in's große Luftall schicken, — das brauche ich nicht weiter zu bekräftigen, da die beschriebenen Versuche und unsere vorhergehenden Betrachtungen dies hinlänglich bewiesen haben, und ferner noch beweisen sollen.

Ruhland meint nun ferner: „wenn in einer Luft, die eine gewisse Menge Kohlensäureluft enthält, dieselbe Pflanze mehr und reinere Luft gebe! im Lichte, als in einer, ihrer Kohlensäure beraubten, Luft; — so beweise dieses nichts mehr, als daß die Kohlensäure überhaupt den Vegetationsproceß steigere und befördere.“ Diese Meinung soll dadurch den höchsten Grad von Wahrscheinlichkeit erreichen, „daß nach Saussure's eigenen Versuchen dieselbe Kohlensäure,

welche bey Tage die Sauerstoffluft-Bildung durch die Blätter befördert, in demselben Verhältnisse der gemeinen Luft beygemischt, bey Nacht gerade das Gegentheil bewirkt, nämlich die Einathmung (Einsaugung — Absorbtion) der Sauerstoffluft dann beschleunigt.“ — Es trifft hier indess ein ganz ähnlicher Fall ein, wie vorhin, daß nämlich ein Schluß gemacht wird — in völliger Allgemeinheit — von dem besonderen Verhalten fleischiger Pflanzen auf das — aller anderen. Saussure hat zwar richtig angemerkt, daß fleischige Pflanzen (namentlich *Cactus Opunt.*) auch in der Finsterniß Kohlensäureluft aus ihrer Umgebung aufnehmen; dies ist aber nur dann der Fall, wenn sie vorher dem Lichte ausgesetzt gewesen, somit nicht mehr mit Kohlensäure gesättiget — sind. Der Grund dieser Einathmung der Kohlensäureluft liegt ganz klar da, in dem öfter betrachteten, abweichenden und eben durch jene eigenthümliche (fleischige) Beschaffenheit gegebenen, Verhalten zu dieser Luft. Aber es ist wohl zu bemerken, daß eine solche Einathmung durch andere Pflanzen nicht vorgenommen wird, das heist: daß diese im Schatten keine Kohlensäureluft einathmen, oder daß diese Einathmung wenigstens durch keinen Versuch erfahren werden kann. — Wie sollte man indessen es auch reimen können, daß die Pflanzenblätter Kohlensäureluft einathmeten, während sie dieselbe in Menge aushauchen? —

Ruhland hatte sich schon selbst daran gemacht, Hand zu legen an das zu durchforschende Werk selbst,

und erzählt die Erfolge davon in aller Kürze. Mit diesen haben wir es ausführlich im folgenden fünften Abschnitte zu thun, weshalb es hier genügen mag, dasjenige hervorzuheben, was der Verfasser dieser Versuche denselben entnehmen zu können glaubt, und — was sie beweisen sollen. Für diejenigen meiner Leser, welche mit Ruhlands Abhandlung nicht bekannt seyn könnten, ist zu bemerken, daß die in Rede stehenden Versuche angestellt wurden mit Pflanzenblättern und Zweigen, welche mit Wasser, worin verschiedene Säuren oder Salze aufgelöst, bedeckt und in's Licht gestellt waren.

„Die meiste Wahrscheinlichkeit,“ sagt Ruhland, „scheint mir die Erklärung für sich zu haben: die Säuren und manche, wie es nach den bisherigen, freylich noch nicht hinreichend vervielfältigten Versuchen scheint, zumal kühlende Salze befördern den Act der Respiration, daher nach Saussure's Versuchen die Kohlensäure bey Nacht die Sauerstoffabsorption erhöht, wobey aber Sauerstoff und Kohlensäure in denselben Verhältnissen, in welchen sie künstlich gemischt sind, absorbirt werden. Bey Tage ist es, wenigstens der Intention nach, derselbe Proceß, nur durch die Einwirkung der Sonne geschwächt; befinden sich daher die Blätter in Luft oder Wasser ohne einen oxydirten Körper, so begnügen sie sich damit, den bey Nacht absorbirten Sauerstoff fast ganz in sich zu behalten, und bringen somit in der umgebenden Luft nur geringe Veränderung hervor.“

„Ist dagegen die Luft oder das Wasser mit einer Säure verbunden, so geben sie die schwächere (Sauerstoff-) gegen die stärkere (Kohlensäure u. s. w., d. i. andere Säuren) ab, während sie bey Nacht beyde zugleich einathmen. Sie verhalten sich bey Nacht wie bey Tage basisch zu dem mit ihnen in Berührung kommenden oxydirten Körper; nur bey Tage mit geringerer Energie, daher es zu einem Austausch kommt, indem sie den schwächern abgeben, während sie den stärkern aufnehmen.“

So weit unser Ruhland. — Meine Leser, welche meinen Betrachtungen mit aller Aufmerksamkeit gefolgt sind, werden schon die Bemerkung bey sich gemacht haben und mir beystimmen — was auch der würdige oben genannte Schriftsteller selbst zugeben wird: daß derselbe durch einige Angaben Saussure's sich habe täuschen und verleiten lassen, sie allgemein anwendbar darzustellen. So ist namentlich in Saussure's Versuche mit den Sinngrün-Pflanzen ein Drittel der dort angewandten Kohlensäureluft „nimmermehr durch diese Pflanzen zum Verschwinden gebracht worden“¹⁾; es haben [dazu Fehler brin-

1) Das heißt — wie ich schon sagte — diese Kohlensäureluft ist nicht von den Pflanzen verzehrt, sondern von dem, den Behälter sperrenden, Wasser aus dem Luftkreise entfernt worden. Dieser Umstand und ein Fehler beym Messen der Umfangsverminderung der Luft zu Ende des Versuches haben — wie ich zeigte — diese irrige Behauptung, daß die Pflanzen jenes Drittel der angewandten Kohlensäureluft wirklich verzehrt (und fast ganz durch Salpeterstoffluft ersetzt) hätten, zu Wege gebracht.

gende Umstände mitgewirkt. Aus vielen eigenen Versuchen weiß ich, daß die Pflanzen nicht mehr von der Kohlensäure in sich zurückbehalten haben, als höchstens sieben Male (weil der Versuch sieben Tage dauerte, und sie im Ganzen unter den in Betracht liegenden Umständen täglich ihren eigenen Umfang ein Mal zwar an Sauerstoffluft, oder wie hier, an (Grundbestandtheilen der) Kohlensäure sich aneignen; diese Luftmenge aber, bey so reichlicher Spendung der Kohlensäure, als im vorliegenden Falle, abnimmt, wie die Tage zunehmen, während welcher der Versuch dauert) ihren Umfang.

Die Behauptung, daß auch andere Körper ohne Beyhülfe der Kohlensäure im Stande seyn sollen, Sauerstoffluft-Ausathmung durch Pflanzen zu bewirken, haben wir schon verworfen. Für die zweyte Abtheilung dieser Abhandlung behalte ich es mir vor, den Beweis für diese Verwerfung zu führen, und zwar so, daß meine Leser sicher dadurch befriediget werden sollen, wenn — was ich selbst zugeben möchte — die oben erzählten, mit luft- und dunstförmigen Säuren angestellten, Versuche noch nicht zureichend überzeugende Beweiskraft haben sollten.

Um nun aber zu zeigen, daß die eben angegebene Ansicht, daß nämlich die ausgeathmeten Luftarten (Kohlensäureluft im Schatten — Sauerstoffluft im Lichte) durch einen bloßen Austausch aus den Pflanzen hervorgehen, wie ihn Ruhland schildert, — ohne unerlaubte Voraussetzungen durchaus nicht angenommen werden kann, so ansprechend

sie sonst auch ist, so müssen wir uns wieder die oben umständlich angegebenen Erfolge vorhalten, wo mittelst der Kohlensäureluft eine so ausgezeichnete Menge Sauerstoffluft herausgebracht wurde, aus den Pflanzen, denen jene im Lichte dargeboten ward.

Obschon ich bemerkte, daß Pflanzen unter diesen Umständen eine grössere Menge Kohlensäureluft in Sauerstoffluft umwandeln können, als in dem Versuche mit den Sinngrün-Pflanzen; so kann uns doch die dort angegebene Menge der letzteren Luft, welche in sieben Tagen ausgehaucht wurde, hier genügen. Bezieht man nämlich diese Menge der Luft auf den Umfang der, dieselbe hervorbringenden, Pflanzen, so ergibt sich ein höchst merkwürdiger Erfolg. Die Pflanzen nahmen einen halben Cubikzoll ein, die hervorgebrachte Sauerstoffluft dahingegen vierzehn und drey Viertel Cubikzoll. — Wie wäre es nun wohl zu erklären — da doch diese Luft nach Ruhland in den Pflanzen schon enthalten gewesen seyn, und der (durch Einathmung) eintretenden Kohlensäureluft blos ihren Platz eingeräumt haben soll, — daß diese Luftmenge, die neun und zwanzig Male grösser ist, als der Umfang der Pflanzen, (denn $14\frac{3}{4} \cdot \frac{1}{2} = 29\frac{1}{2}$), in diesen enthalten gewesen seyn könnte, da sie in den Versuch kamen!

Wollte man auch zu einer eigenen — übrigens ganz unbegreiflichen und eben so grundlosen — Fähigkeit der Pflanzen seine Zuflucht nehmen, mittelst deren sie die eingeathmete Luft in sich zusammen zu

pressen vermöchten, so würde man doch auch durch einen solchen, in Wahrheit „barbarischen“ Zwang eigentlich noch um nichts weiter gekommen seyn in der Erklärung der hier zu erklärenden Erscheinungen. Da überdem die verschwundene Kohlensäureluft „als solche“ in die Pflanze getreten seyn soll, wie sollte diese Luft Platz finden, welche hier den Umfang der Pflanzen noch mehr übertraf! ? — Auch das würde noch thöricht genannt zu werden verdienen, wenn man zu den in den letzteren enthaltenen alkalischen Körpern den Ausweg nehmen zu können glauben wollte. — Kurz, wir sind überzeugt, daß die besprochene Ansicht nichts weniger als tauglich sey, die durch die Pflanzen ausgeathmete Sauerstoffluft darzuthun, d. h. den Ursprung derselben zu beweisen.

Vielmehr wird es uns immer gewisser, daß wir der Wahrheit höchst nahe gekommen sind — wenn wir sie etwa noch nicht völlig erreicht haben sollten, was man indess, ganz am Ende der Betrachtung unseres Gegenstandes, glaube ich, zugeben wird. Die Ansicht der, durch die Athmungs-Thätigkeiten der Gewächse hervorgehenden Erscheinungen, zu der Sennebier den Grund legte, wird uns demnächst, nach Sichtung und Befreyung von unnöthigen Voraussetzungen und irrigen Behauptungen — welches zum Theil schon geschehen ist, andererseits noch geschehen soll — von dieser Ansicht zur (wie ein berühmter Physiker¹⁾ so treffend sagt) „Einsicht“ in das We-

1) Vergl. C. W. G. Kastner's „Einleitung in d. neuere Chemie.“ S. 2.

sen unseres Gegenstandes führen und geführt haben, wenn wir die Kohlensäure durch die Lebenskraft der Pflanzen „zerlegbar“ halten, und behaupten: daß durch Vermittelung des Lichtes die Pflanzen aus der gegebenen Kohlensäure die Sauerstoffluft ausscheiden. — Es findet auch wirklich, so weit ich es abzusehen vermag, keine Einrede Platz gegen uns, welche gewichtig genug und so begründet wäre, daß wir, Zweifel gegen unsere Ueberzeugung aufnehmen zu müssen, dadurch veranlaßt werden dürften.

Es ist hier nun noch übrig — bevor ich weiter gehe — eine andere Ansicht über den Ursprung der im Lichte ausgehauchten Sauerstoffluft in Betracht zu ziehen: ich meine diejenige, nach welcher diese Luft dem zerlegten Wasser, zunächst und unmittelbar, entstammen soll. — Manche, z. B. Ackermann's wilde Annahme, die Luft, welche mit Wasser bedeckte Pflanzenblätter im Lichte ausgeben, komme nicht aus diesen, sondern aus dem Wasser, dessen Wasserstoff mit dem größeren Antheile des unzersetzten Wassers verbunden bleibe, während der Sauerstoff des durch die Einwirkung des Lichtes — zerlegten Wassers als Luft entweiche und dergleichen mehr, welcher schon Rafn¹⁾ das Nöthige erwiederte — lasse ich hier unberücksichtigt liegen. Der erste Schriftsteller, der die durch Pflanzen ausgeathmete Sauerstoffluft dem „zerlegten Wasser“ zuschrieb, war

1) Entwurf einer Pflanzenphysiologie, übers. v. J. A. Markussen. 1798. S. 175.

vielleicht der ältere Berthollet¹⁾; er dachte sich den Wasserstoff geradehin von der Pflanze angezogen, die frey gewordene — aber mit Dreistigkeit — den Pflanzen „unnütz“ erklärte Sauerstoffluft, ausgeschieden. Diese Erklärung hielt früher auch Ingenhouss fest; er nennt sie wahrscheinlich, weil ihm z. B. vier Cubikzoll Konferven, welche von zweyhundert und achtzehn Cubikzoll Brunnenwasser umgeben waren — fünf und siebenzig Cubikzoll einer, an Sauerstoffluft sehr reichen, Luft ausathmeten, welche, wie er sagt, doch nicht in dem Wasser — als solche — gewesen seyn kann²⁾.

Obschon diese Annahme, seit lange, manchen Verehrer hatte, so war doch eigentlich kein tüchtiger Beweis dafür vorhanden. Wer es nicht anstössig fand, einige höchst kühne Voraussetzungen — z. B. die, daß die Pflanzen eine stärkere Anziehung für den Wasserstoff als für den Sauerstoff des Wassers hätten u. s. m. — als erwiesen zu betrachten, der hatte denn (wenigstens in früherem Zeitraume) freylich eine im Ganzen „ansprechende“ Erklärung. — Ich glaubte früher, den zweyten der berühmten deutschen Physiker, welche ich oben im Sinne hatte, — den Herrn Profess. Kastner meine ich — für unsere Ansicht eingenommen; was denn auch wirklich früher der Fall gewesen ist, da er seine „Gedanken über Saussure's Werk“

1) L. v. Crell Chemische Annalen. 6. B. S. 512.

2) Joh. Ingen-Houss „Versuche mit Pflanzen u. s. w.“
übersetzt von J. A. Scherer. Wien 1786. 2. B. S. 191.

(welche Herr Voigt seinem Anhang zu eben diesem Werke beygefügt hat, S. 88. das.), niederschrieb.

Schon unlängst wollte es mir aber scheinen, daß der eben genannte Naturforscher die von den Pflanzen ausgehauchte Lebensluft dem Wasser anrechnete, indem er sagt¹⁾: „Da sich (nun) in allen Organismen Wasserstoff und Sauerstoff vorfindet, und da in der galvanischen Kettenwirkung sowohl, wie in allen ihr verwandten chemischen Processen, das Wasser nur durch die beharrliche Einwirkung der Elektrizitäten in Wasserstoff und Sauerstoff zersetzt wird; so scheint zu folgen, daß auch innerhalb des zu belebenden oder bereits belebten Einzelwesens, das Wasser durch die Elektrizitäten zersetzt wird, und daß mithin der organische Lebensproceß die Bedingungen einer kontinuierlichen Zersetzung des o. E. und dadurch die Bedingungen der Aufnahme des (sowohl zersetzten als blos in Spannung gehaltenen) Wassers in die Substanz des lebendigen Individuums enthalte.“ Wenn hier gleich die Möglichkeit vorgezeichnet wird, daß die Pflanzen das Wasser zerlegen dürften (um sich die getrennten Bestandtheile desselben wiederum anzueignen, indem diese mit etwa — was vorauszusetzen wäre — zur Einung bereit liegenden einfacheren Mischungstheilen zusammentreten?) so folgt doch hieraus noch nicht, daß die Sauerstoffluft dieses zerlegten Wassers der Pflanze entweiche.

1) Einleitung in d. n. Chemie. S. 283.

Dieses Letztere spricht aber Kastner an einem Orte¹⁾ mit Bestimmtheit aus. Er leitet das Reifen der Früchte (in so fern es durch den Einfluß des Lichtes bedingt wird) von Sauerstoffluft-Entbindung ab. Es geschieht nach ihm diese Entbindung der Sauerstoffluft aus wässerigen grünen Pflanzentheilen: „zu Folge der durch das Licht bewirkten Aufhebung des elektrischen Gleichgewichtes des Wassers, als Gliedes der zur Thätigkeit gekommenen galvanischen Kette, wodurch dasselbe in Sauerstoff- und Wasserstoff-Luft zersetzt wird, und wo dann der negativ geladene Sauerstoff des Wassers, abgestossen von dem gleichartig geladenen übrigen Wasser, entbunden wird und als frey gewordene Luft erscheint, während der Wasserstoff des zersetzten Wassers mit dem Sauerstoffe der grünen Pflanzenmasse sich wieder zu Wasser einet, und eben dadurch jener Pflanzenmasse Sauerstoff entzieht.“²⁾

1) Dessen „deutscher Gewerbsfreund.“ 2. B. S. 325.

2) „Enthielt“ heisst es ferner a. a. a. O. „die Pflanzensubstanz Säuren, so werden auch diese auf gleiche Weise, durch Vermittelung der Wasserzersetzung nach und nach entsäuert, und gehen so zum Theile in Zucker, Schleimzucker, Bitterstoff u. s. w. über. Einen schönen Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht gibt das Reifen unseres Obstes, der Trauben und — die von Heyne gemachte Beobachtung, daß die Blätter des Cotyledon calycin., welche sonst einen krautartigen Geschmack besitzen, des Morgens (wo das Licht erst zu wirken anfängt) so sauer und noch saurer sind als Sauerampfer. Mit zunehmendem Tage mindert sich diese Säure, gegen Mittag sind sie unschmackhaft, gegen Abend fast bitter.“ —

Was die Vermuthung, oder vielmehr Kastners „Meinung“ betrifft, hinsichtlich einer Entzweyung der (entgegengesetzten) Bestandtheile des Wassers durch das beharrliche Einwirken der Elektrizitäten auf dies — sicher auf mannigfaltige Weise — anzu-eignende Wasser; so muß ich hier, um meine Schranken nicht zu übertreten, auf dessen eben angeführte vortreffliche Schrift (Einleit. in d. neuere Chemie) selbst verweisen, woselbst der Verfasser unter andern auch (S. 283.) bemerkt, daß einigen Beobachtungen zu Folge das Wasser selbst auch in Kohlenstoff, Stickstoff u. s. w. angeblich zerfallen können soll. — Uebrigens muß es uns sehr wahrscheinlich werden — was andere Versuche noch genauer zeigen müssen — daß Pflanzen — besonders die sehr gewässerten krautartigen, ganz vorzüglich aber die Wasserpflanzen, — wenn sie in unathmigen Luftarten sich befinden, im Stande sind, den Sauerstoff ihres Wassers (unter andern) auf ganz ähnliche Art zu

So entsprechend aber auch diese Erklärung scheinen mag, so ist sie es doch, wie ich gleich zeigen werde, keinesweges. Wenn man bedenkt, daß ein Blatt einer fleischigen Pflanze in einer Tageszeit nur ohngefähr seinen eigenen Umfang an Sauerstoffluft auszuhauchen vermag (aus den schon entwickelten Gründen), und wenn man sich vorhält, welche Menge von Sauerstoff in der Menge von Säure vorhanden ist, welche dem Blatte jenen sauren Geschmack verleiht, so ist das schon übermässig zureichend, zu zeigen, daß die Entsäuerung der Blätter der genannten Pflanze nicht gegründet seyn kann in jener — winzigen Menge ausgeathmeter Sauerstoffluft.

verwenden als denjenigen, den sie sonst aus der Luft so leicht aufnehmen können.

Um die große Wahrscheinlichkeit dieser Vermuthung einzusehen, erinnere man sich nur dessen, was oben (2. Abschn. II. 12. Vers.) über das Leben der Pflanzen in Salpeterstoff-, Wasserstoff- u. a. Luft angemerkt ist. — Zu verkennen ist es auch keinesweges, daß die Salpeterstoffluft einen eigenthümlichen Einfluß auf die, in derselben lebenden, Pflanzen ganz offenbar an den Tag lege. Es ist eben darum auch nicht nöthig, anzunehmen, daß die Sauerstoffluft, unmittelbar bey der Trennung vom Wasserstoffe, ausgeathmet werde — wofür keine Thatsache spricht; — sondern daß er eben so wie sonst an Mischungstheile des Nahrungssaftes tritt, Verbindungen und Ausscheidungen eben so bewirkt, als der, in anderen Fällen dem Luftkreise entnommene Sauerstoff und daß somit die ausgeathmete Sauerstoffluft auch hier nur erscheint, in sofern die durch die Pflanze ausgeathmete Kohlensäureluft in der (abgesperrten) Umgebung der Pflanze verbleibt. Entfernt man daher in diesem Falle die, in der Umgebung der Pflanzen vorhandene und durch diese, in Abwesenheit gerade aufstrahlenden Lichtes ausgesonderte, Kohlensäureluft; so wird denn auch im Lichte keine Sauerstoffluft ausgehaucht.

Man kann demnach wohl — was denn auch sicher mehreren meiner Leser schon früher wahrscheinlich gewesen ist — zugeben, daß die Pflanzen sich das Wasser im mehr oder minder entzweyeten

Zustände und nicht als einen, durch ihre Lebensthätigkeiten etwa unzerlegbaren Körper, aneignen, indem auch die mannigfaltigen, zusammengesetzten Bildungstheile, welche durch das Pflanzenleben erzeugt werden, zu dieser Annahme berechtigen. — Nimmermehr aber können wir unserem Kastner beitreten, wenn es dem Beweise gilt: daß die Ausathmung der Sauerstoffluft durch Pflanzen im Lichte zunächst geschehe durch eine vom Lichte eben bedingte Störung des O E. des Wassers, welches dadurch zerfallen soll in „durch die Pflanze angezogenen“ Wasserstoff und in Sauerstoffluft, welche sich aus der Pflanze entfernt. Wollte man diesen Vorgang behaupten, so müßte man auch zugeben, daß nur durch Licht und Kohlensäure diese Zerlegung des Wassers in den Pflanzen möglich sey, da letztere nur dann Sauerstoffluft aushauchen — wenn Kohlensäure vorhanden ist (im Lichte); ja, man müßte eben dieser Säure einen bestimmenden Einfluß auf diese Zerlegung zugestehen, wovon sonst in der Natur kein Beyspiel ist. Der gedachte Einfluß würde ohnehin um so wunderbarer erscheinen und unstatthaft seyn, da die letztere Luft auch hinsichtlich der Menge der ausgeathmeten (ersteren), ein so sehr bedingendes Verhältniß an den Tag legt.

Da nun der Kohlensäure — mindestens im Ernste doch — ein solcher Einfluß auf Wasserzerlegung nicht angedichtet werden kann, so frage ich: müßten die Pflanzen nicht auch unter reinstem Wasser Sauerstoffluft ausathmen (durch die angebliche

Zerlegung ihres Wassers), wenn diese Ausathmung doch wirklich Statt findet unter demselben Wasser, sobald es Kohlensäure enthält? — Da muß man mir doch in der That meine Frage mit „Ja“ beantworten; es sey denn, man suche Auswege, — die aber auch, so weit ich sehe, keinen Schutz gestatten gegen unsere Einwürfe. — Und somit hätten wir denn die Meinung, „dass die Pflanzen die Sauerstoffluft aushauchen, indem sie das Wasser zerlegen (und den Wasserstoff desselben anziehen),“ leer und schlecht begründet — mithin verwerflich — gefunden und selbst widerlegt; vorausgesetzt, dass wir noch genügend beweisen, dass nur im Kohlensäurehaltigen (nicht im reinen) Wasser diese Ausathmung Statt findet. (Man vergleiche beliebig auch, was über die Bindung und Zerlegung des Wassers durch Pflanzen von Sausure gesagt wird, im siebenten Kapitel seines oftgenannten Werkes.)

Nach diesen Betrachtungen gehe ich nun an die, im natürlichen Zustande — d. h. in der freyen Natur — Statt findenden Athmungen der Gewächse, hinsichtlich des, verderbenden oder verbessernden, Einflusses dieser Thätigkeiten des Pflanzenlebens auf unseren Luftkreis.

Der Ausdruck von „Luftverbesserung“ ist nun allerdings beziehlich (relativ); die gemeine Luft wird z. B. eben sowohl verbessert durch Entfernung der — in der vorliegenden Rücksicht mit der Güte der Luft im Widerspruche stehenden — Kohlensäureluft,

welche sich darin befindet, als durch die Vermehrung der — die Güte derselben hier eben bedingenden — „freyen“ Sauerstoffluft¹⁾. Diese letztere Verbesserungsart hat man am meisten im Sinne gehabt, wenn von ihr in sofern die Rede war, als sie durch das Pflanzenleben Statt finden soll.

Es ist gewiss, daß man das Vermögen der Pflanzen, den Luftkreis zu verbessern, seit lange und bis auf unsere Tage, im Allgemeinen, sehr hoch angeschlagen habe²⁾. Da hat man indess, meiner Ueber-

1) Es ist merkwürdig, daß nur die „lockere Verbindung“ der Salpeterstoff- mit Sauerstoff-Luft — die gemeine (atmosphärische) Luft — wie den Thieren, eben so auch den Gewächsen (abgesehen von der Zerlegung des Wassers und der Kohlensäure „im Lichte“) auf eine so ausgezeichnet leichte Weise den Sauerstoff abgibt, während die letzteren aus keiner anderen, gebundenen Sauerstoff enthaltenden, Luft — diesen abzuscheiden im Stande sind. Man sieht doch nicht ein, warum sie, z. B. der — etwa noch mit reiner Salpeterstoffluft verdünnten — oxydirten Salpeterstoffluft nicht den Sauerstoff nehmen, woran sie doch Noth haben, wenn sie in solcher Luft leben. Dies ist für diejenigen wichtig, welche unsere Luft als eine rein chemische Verbindung nicht angesehen wissen wollen; sondern als eine bloße Mengung der beyden Bestandtheile, oder als „weniger innige“ Mischung. Man vergleiche Dalton in Gilbert's Annalen. 21. B. S. 382.

2) Man findet diesen Anschlag in sehr vielen Schriften, um nur ein Paar Stellen dieser Art zu nennen, erinnere ich an:

Ingenhouss's Werke, deren würdigen Verfasser aber — man sieht wohl, warum, kein Tadel treffen soll. — Man vergleiche ferner:

Annalen der Wetteranischen Gesellschaft. 2. B. 2. Hft. xxii.

Götting. Magazin u. s. w. 1780. 2. St. S. 201 — 206.

zeugung nach, eine falsche Rechnung gemacht und zu rasch von den kleinen Versuchen einen Schluss gewagt, auf den verderbenden sowohl, als verbessernden Einfluß der Gewächse auf die Luft, indem das Verhältniß der Gewächse zu ihrem großen Luftkreise unberücksichtigt blieb. — Welch ein Luftall! — Wenn auch der, auf der Erde sowohl als im Wasser lebenden, Gewächse eine ungeheure Menge ist, — welches ein Verhältniß hat das unendliche Luftmeer zu den belebten Körpern der Erde! — In fünfhundert Theilen gemeiner Luft sahen wir einen Theil Pflanze, auch in langer Zeit, durchaus keine meßbare Veränderung hervorbringen (ohne Ausschuß des Tageslichtes); welche Veränderung sollte denn wohl der weite Luftkreis erfahren? — Was dieser unermessliche Lebensquell für die Gesamtmenge alles pflanzlich Lebendigen hergibt, und — worüber wir eine besondere Betrachtung noch anstellen werden — was dieselbe ihm (dem Luftkreise) zuführt (— Kohlensäureluft —) erscheint, auf jetzt schon begreifliche Weise, in Mengenverhältnissen, die in der That — für alle Zeit, möchte ich sagen — nicht meßbar werden dürften.

H. Davy Elemente der Agricultur-Chemie; übers. von Fr. Wolf. 1814. S. 257. 58.

Neumann in „Zwey Preisschriften über die eigentliche Beschaffenheit und Erzeugung in den Getreidearten“ sagt sogar (S. 117, 102.), daß die Pflanzen der Luft die fehlende Sauerstoffluft ersetzen und sie damit „überfüllen.“

M. s. a. C. F. Werner, Die Produktionskraft der Erde u. s. w. 1811. S. 103.

Ob man aber auch wohl nie die Veränderung der Bestandtheils - Verhältnisse wahrnehmen wird, welche unser Luftkreis durch den Inbegriff auch aller jener Erdthätigkeiten erfahren muß, die, in Beziehung auf jenen, überwiegend den Ausdruck der Sauerstoffung — Entsauerstoffung der Luft also — an den Tag legen? — Das stille Staunen ob der Gröfse des Umfanges der Sauerstoffluft, die jene Thätigkeiten dem Luftkreise nehmen und genommen, so wie der Kohlensäureluft, die sie ihm geben und gegeben haben, ist oft in lautes Bewundern ausgebrochen; und fast ängstlich hat man nach den, aus Gründen — als nothwendig vorhanden — vorausgesetzten, jenen entgegenstehenden Naturthätigkeiten (oder einer allgemeinen Entsauerstoffung (Sauerstoffung des Luftkreises) gefragt. — Auf diese Frage war des würdigen Ingenhouss Antwort von höchster Wichtigkeit. Die Frage, welche er sich vorlegte: ob der „Verbesserung“ oder der „Verderbniss“ (der Luft) äufsernde Einfluß der Pflanzenblätter der gröfsere sey; suchte er durch zahlreiche Versuche zu beantworten; er entschied für das erstere, und glaubte bekanntlich hierdurch jene befragte Thätigkeit aufgefunden zu haben. — Dieserhalb wollen wir bald auch unsere Rechnung führen, und zwar genauer, als es bisher geschehen ist.

Eine, den Unmöglichkeiten angehörende, Aufgabe ist es zwar, die Gröfse des Erfolges zu berechnen, welche die Wirkung der Gesamtmenge des den Luftkreis Entsauerstoffenden hervorbringt;

— was ebenfalls von der Bestimmung der Grösse des ungeheuern Luftmeeres gilt. Der Belauf der ersteren Grösse in geraumer Zeit, möchte doch aber gegen die letztere fast verschwinden, und, hierauf gefusst, könnte und möchte man auf den Gedanken kommen: in Beziehung auf alles chemisch Lebendige der Erde und auf den Gesammbetrag des gedachten stetigen Erfolges seiner Thätigkeiten sey das gegebene Luftall — für lange Zeiten — unerschöpfbar, und bedürfe daher keiner Erstattung seines Verlustes. — Dieser Annahme würde die, anscheinlich der näheren Würdigung nicht unwerthe, Ansicht die Hand bieten, daß sämtliche, von der Erde unaufhörlich in den weiten Raum steigende Kohlensäureluft, allein durch stetige und unendlich schnelle Vertheilung, in einer Menge dort sich zeigt, die — für unsere Masse — als unveränderliche Grösse erscheint. — Aber, von diesen Sätzen aus - und weitergehend, kommt man auf eine Reihe von Folgen, davon einige sehr wenig ansprechen. — Uebrigens schicken zwar zahllose unbelebte Körper — gleich den belebten — große Massen von Kohlensäure in die Luft; man darf indess nicht übersehen, daß nicht minder auch eine Menge unbelebter Körper (unter denen das unermessliche Reich des Wassers obenan steht) unaufhörlich beschäftigt sind, mit Entwendung von Kohlensäure aus dem Luftkreise.

Schon unten konnte ich nicht umhin, einige Worte anzuführen von unserm Steffens, die für das hier in Betracht Stehende von Wichtigkeit sind, und

der Betrachtung eben sowohl würdig, als des Trostes vorläufig fähig. — Der Luftkreis selbst ist jenem zu Folge gleichsam ein Lebendiges mit zwey (entgegen-gesetzten) Thätigkeits-Aeufserungen, die jenen der Pflanzenwelt darin ähneln, daß sie vom Lichte zunächst abhängig sind. Im Lichte, bey Tage, herrscht die eine, im Dunkel, bey Nacht, die andere. In Beziehung auf Pflanzen ist zu derselben Zeit die Spannung dieser, (z. B. Entsauerstoffung der Pflanze), im Gegensatze mit der ungleichnamigen Spannung der Luft. — Das Streben der Luft zur Sauerstoffung muß aber zu anschaulicher That werden, in der Pflanzen- wie auch in der übrigen Welt, und seinem Gegensatze gewachsen seyn, wenn es auf eine, Uezeugung gewährende, Art den Grund darstellen soll von der Unveränderlichkeit des Luftkreises; was der Fall ist, aber mit Einschluss einer Menge blofser Voraussetzungen.

Doch, man verzeihe diesen Abschweif. Halten wir ein mit dieser Betrachtung, um von unserem Gegenstande uns nicht zu weit zu entfernen. Es ist unser Zweck hier die Schätzung von der Gröfse des Erfolges der wechselseitigen Wirkungen des Gewächsreiches und des Luftkreises, davon wir es mit dem letzteren, als mit einer beständigen Gröfse, zu thun haben. —

In welchem Mafse die Gewächse nun unseren Luftkreis verderben — welches sowohl durch Entziehung der Sauerstoff- als Hinzufügung von Kohlensäure - Luft geschieht — darüber habe ich oben

meine Meinung gesagt. Die Menge der Sauerstoffluft sowohl, welche sie nehmen, als der Kohlensäureluft, welche sie abgeben, muß „an sich“ so beträchtlich seyn, daß sie wohl geeignet seyn kann, demjenigen, der dieselbe sich vorzustellen sucht, — Erstaunen einzuflößen; aber, dem Gesagten zu Folge, hat man — das Gewächsreich mit dem Luftreiche, rücksichtlich des Umfanges, vergleichend — sich nicht zu wundern, daß wir den Grad dieses Verderbnisses nicht messen können. Dieser „Verderbnisäußernde“ Einfluß des Pflanzenlebens ist aber darum nicht zu läugnen, weil er in der freyen Natur nicht meßbar ist; darum ist aber auch die Behauptung desselben um so weniger „Gotteslästerung;“ — was ein Physiker einst so deuten wollte.

Um auf die Verbesserung der Luft zu kommen. Unsere obigen Versuche zeigten schon, daß eine Pflanze, die mit gemeiner Luft eingeschlossen war, dieser auf keinen Fall und nie — Sauerstoffluft zusetzte, wenn darin nicht mehr Kohlensäureluft war, als sich von Natur darin findet, und die Pflanze durch nächtliche Athmungen darin ausbreitet. Uebertrifft der Umfang der Luft z. B. vier bis fünfhundert Mal den der damit eingeschlossenen Pflanze, indem die Vorrichtung so dem Wetter frey steht, wie es die Natur im Sommer gibt; so findet man, daß diese Luft, selbst in mehreren Monaten, keine meßbare Veränderung erleidet, die aber wahrgenommen wird, wenn die Pflanzen ein größeres Verhältniß zu ihrem

kleinen Luftkreise hat, wie dies die oben erzählten Probe-Versuche zeigten.

Ist in diesen Versuchen den Pflanzen das Licht — während der ganzen Andauer des Versuches — entzogen; so entziehen sie ihrem Luftkreise fortwährend Sauerstoffluft und fügen demselben fast eben so viel Kohlensäureluft hinzu, weil, wie wir gesehen haben, die erstere Thätigkeit die andere bedingt.

Im letzteren Falle ist denn die Veränderung der Luft viel eher wahrnehmbar. Im ersten Abschnitte beschrieb ich einen Versuch dieser Art mit *Cheiranthus incan.*, wovon der Erfolg manchem meiner Leser vielleicht (— wegen des angewandten Wassers, wovon man in dieser Rücksicht im Allgemeinen gleichsam „eine wahre Scheu“ hat; obschon das wegfällt, wenn man, wie ich es gethan habe, luftsattes Wasser anwendet und den Versuch „vergleichend“ anstellt, wodurch man im Stande ist, die kleinen Abweichungen zu berichtigen) nicht genau scheinen möchte, was er aber dessen ungeachtet ist; er entspricht dem Mittel mehrerer Versuche, welche unter andern auch so angestellt waren, daß in Erde gewurzelte Pflanzen ganz oder zum Theile in Glasglocken so gebogen wurden, daß die Wurzel in der Erde (und diese beyde außerhalb der Glocke) blieben.

Diese Thatsachen zeigen nun klar genug, wie der gedachte Einfluß des Pflanzenlebens auf den Luftkreis zu schätzen ist. Durch die Gewächse wird diesem unserem Luftmeere fortwährend Lebensluft entzogen; die dabey ausgeathmete Kohlensäureluft hat keinen

größeren Umfang als jene — eben die Aushauchungen „dieser“ bestimmende — Lebensluft. Blicke nun die Kohlensäureluft, welche die Pflanzen ausathmen, nahe um dieselben, so würden sie dann, während des Sonnenscheines, für diese „beynahe“ eben so viel Sauerstoffluft ausathmen, indem sie — die Kohlensäureluft einathmend, diese letztere zerlegen. Da aber die zuletzt genannte Luft, indem sie der Pflanze entsteigt, in den weiten Raum sich begibt und fast ins Unendliche dort sich ausbreitet und vertheilt; so ist dadurch ihr Einwirkungsvermögen auf die Gewächse geschwächt und vermindert.

Wie die Kohlensäureluft der Gewächse, so verbreitet sich eben auch die der Thiere, schnell und fortwährend in's Weite: daher findet man — was einige auch dagegen sagen wollen — in der freyen Luft über der Erde, allenthalben, dieselbe Verhältnismenge an Kohlensäureluft. Wenn man noch bedenkt, daß sie in steter Bewegung ist, so ist das doch wirklich auch nicht schwierig einzusehen. — Von den verschiedenen Angaben des Kohlensäure-Gehaltes des Luftkreises wollen wir diejenige einstweilen wahrscheinlich halten, welche denselben zu $\frac{1}{500}$ anschlägt. — Um nun dieses auf die vermeintliche Verbesserung der Luft anzuwenden, ist vorerst daran zu denken — was sogleich kürzlich angemerkt werden soll, — daß ein sehr beträchtlicher Theil sehr vieler Pflanzen (ich nenne einstweilen nur alle „nicht grüne“ Theile der zahllosen Menge der Bäume) unaufhörlich Sauerstoffluft einnimmt, ohne je auch aus Kohlensäure-

die erstere — eben genannte — Luft wieder herzustellen; dafs ferner beym Sonnenscheine bey weiten nicht alle — grünen Pflanzentheile, welche unaufhörlich Sauerstoffluft verzehren, zur Wiederherstellung derselben im Stande sind, durch einen Umstand, den man, meines Wissens, bisher ganz unberücksichtigt liefs: ich meine, „die Beschattung“¹⁾. In Gebüsch, Holzungen und Wäldern sich befindend, denke man hierüber nach (— denn am Schreibetische sieht man das Ding doch nicht so, wie es dort erscheint —) und man wird mir Recht geben, dafs ein hochbeträchtlicher Theil der Pflanzenwelt nur durch ein so schwaches Licht erleuchtet wird, welches die Sauerstoffluft-Ausathmung der Pflanzenblätter (durch Einathmung der Kohlensäureluft der Umgebung) zu bewirken, in

1) Dafs ein Unterschied sey unter Pflanzen, welche am Lichte erwachsen, und denen, so im Schatten (schmächelnd) emporschiessen, hat man wohl angemerkt, doch nur in Beziehung auf diesen Unterschied in der Beschaffenheit dieser Pflanzen. Herr Neumann in seiner Preisschrift S. 102. redet auch von solchem Unterschiede, er sagt: „die im Schatten erwachsenen Pflanzen (er denkt dabey an „unter Bäumen stehende“) sind unvollkommener, weil sie des erforderlichen Lichtes entbehren und weil die Bäume ihnen Nahrung rauben, mit stärkerer Kraft das Oxygen aus der Luft in sich schlucken und sie darben lassen.“ „Darum“ fügt dieser Naturkundige hinzu, „wenden sie sich von den Mauern ab u. s. w. — — — und neigen die Halme und Zweige, in einer schiefen Richtung, aus der nahrlosen Sphäre einer gesunderen entgegen.“ — Aus unseren Untersuchungen ist es aber zureichend „deutlich“, dafs diese Behauptung schlechterdings eine wahre Unmöglichkeit ist, und solche Bäume und so eine Mauer, in aller Welt, nirgends zu finden sind! —

höchst geringem Grade nur, oder vielmehr gar nicht fähig ist.

Was ferner hier in Betracht gezogen werden muß, ist: daß ein beträchtliches Heer von Gewächsen dem Luftkreise ohne Unterlaß Sauerstoffluft entziehen und Kohlensäureluft hinzufügen, ohne je ihm Sauerstoffluft wieder zu geben (worüber der folgende Abschnitt zu vergleichen ist). — Diesem Heere ist aber dasjenige aller im Wasser lebenden Gewächse der Wasserpflanzen (worunter ich hier die unter dem Wasser lebenden, sichtbar blühenden verstehe), ferner der Tange, Ulven, Wasserfäden u. s. w. fast ganz entgegen zu stellen, indem diese aus einer Menge, im Wasser gelöster Kohlensäure - viel Sauerstoff - Luft entbinden und dem Luftkreise darbieten (weshalb der fünfte Abschnitt zu vergleichen steht). Fügen wir, um mit dem Urtheile, welches in Rede steht, heraus zu kommen — diesen Betrachtungen noch folgende Bemerkungen hinzu:

1) Die Kohlensäureluft, welche die Pflanzen ausathmen, kostete dem Luftkreise eben so viel (denselben Umfang) freyer Sauerstoffluft, welche vorher eingeathmet wurde.

2) Während des Zeitraumes einer Erdumwälzung, während dessen das, zur oft genannten Zerlegung der Kohlensäure nöthig starke, Sonnenlicht abwesend — oder die nächtlichen Athmungen (noch) nicht hindernd — ist, bringet die Gesammtmenge der Pflanzenkörper eine Menge von Kohlensäureluft hervor, welche diejenige übertrifft, die in

einem bestimmten Umfange ihrer Umgebung gefunden wird. (Das heist: die Gesamtmenge aller pflanzlich Lebendigen würde, wenn es mit fünfhundert Theilen seines (Gesamt-) Umfanges gemeiner Luft eingeschlossen wäre, in der gedachten Zeit weit mehr Kohlensäureluft ausathmen und in die Umgebung bringen, als einen Theil (d. i. als den einfachen Umfang der Pflanzenkörper $= \frac{1}{500}$ des Luftkreises). Die Gründe für diesen Ausspruch hat der aufmerksame Leser im Vorhergehenden grösstentheils schon gefunden.

3. Wenn in der eben bezeichneten Zeit-Einheit die Gesamtmenge der Pflanzenkörper einen grösseren Umfang von Kohlensäureluft in die Umgebung schickt als $\frac{1}{500}$; so ist auch die Menge der eingeathmeten Sauerstoffluft (nicht eben so gross, sondern) noch beträchtlicher als die Menge der ersteren Luftart.

4. Die Fähigkeit der (kraut- und blattartigen Theile der) Gewächse, die Kohlensäureluft ihrer Umgebung einzuziehen und zu zerlegen, nimmt ab, wie die (durch Vermengung mit anderer Luft bewirkte) Verdünnung dieser Luft zunimmt. Dieses Urtheil steht fest begründet; wir haben es im zweyten Abschnitte durch — obschon wenige, doch zureichende — Versuche bewiesen. Darum entfernen Pflanzen aus sehr verdünnter Kohlensäureluft diese nie gänzlich, wie solches die Versuche gezeigt haben. Auch die fleischigen Pflanzen kann ich daher hier nicht ausschliessen; sie verhalten sich nicht anders.

Ich bin zwar bemüht gewesen zu bestimmen, wie viel der genannten Luft eine Pflanze, in einem Tage, im Lichte anzuziehen und zu zerlegen vermöge, wenn jene (Kohlensäureluft und die Pflanze, jede) zu ihrem ganzen Luftkreise sich verhielten $= 1 : 500$; aber die Verhältniszahlen dieser Kohlensäureluft wurden mir im Ganzen zu klein, als daß ich, bis dahin wenigstens, hierüber mit Genauigkeit — die hier allein nur helfen kann — etwas zu bestimmen wagen dürfte.

Faßt man nun alles Vorhergehende — gleichsam mit einem Male — in's Auge, so ergibt sich, wie mir deucht, klar und überzeugend genug, daß der Luftkreis durch das Pflanzenleben nicht „verbessert“ wird. — Aber wir haben dieses Urtheil nicht ohne Weiteres hinzuwerfen; sondern einige Betrachtungen noch in Anschlag zu bringen, welche den vorhergehenden Bemerkungen entgegen zu stellen sind, und in gewisser Rücksicht ihnen und ihrer Beweiskraft Abbruch thun möchten.

So geben mir Viele nicht Recht darin, daß ich den Kohlensäure-Gehalt der Luft nicht nur bleibend gleich annehme, sondern sie wollen auch nicht, daß er nur $\frac{1}{500}$ des Luftkreises betragen soll. Dennoch habe ich in dieser Angabe (daß die Kohlensäure im Luftkreise dem Umfange nach $\frac{1}{500}$ betrage) nach meinem Dafürhalten das Höchste gesetzt, d. h. ich habe die Menge der in Rede stehenden Luft — zur bestimmten Erörterung unseres Gegenstandes — größer angegeben, als sie wirklich (in der freyen Luft)

vorhanden ist. Wenn man die Erfolge der älteren und neueren Versuche, zur Bestimmung der Menge der Kohlensäureluft des Luftkreises, vergleicht; so scheint es unmöglich, daß man je, bey Bestimmung der Verhältnismengen irgend eines Zusammengesetzten, Zahlen habe angeben können, die so sehr von einander abgewichen hätten, als es dort der Fall gewesen ist. — Da wir hier durchaus kein sicheres Urtheil über die mögliche Verbesserung des Luftkreises durch Pflanzen fällen können, wenn die Menge der Kohlensäureluft in jenem nicht festgesetzt ist; so muß ich hier ausdrücklich davon reden.

Zwey gelehrte Naturforscher, Herr von Humboldt und Herr Professor C. Sprengel, äußerten sich über den Kohlensäure - Gehalt des Luftkreises auf eine Art, die mit meinen Erfahrungen durchaus nicht stimmt. „In dem Luftkreise macht die Kohlensäure,“ sagt Herr Sprengel¹⁾, „nach den meisten Physikern, nur 0,01 aus; allein Humboldt bemerkte schon vor vierzehn Jahren, daß allerdings, mehr, von fünf bis zu achtzehn Hunderttheilchen²⁾ in der Atmosphäre enthalten seyen. Es

1) a. a. O. S. 248.

2) Das ist vermuthlich ein Schreibfehler u. soll „Tausendtheilchen“ — heißen. Humboldt gibt die Kohlensäureluft des Luftkreises in seinen „Versuchen über die chemische Zerlegung des Luftkreises u. s. w. Berlin 1799. S. 81. u. Taf. 1.“ — abwechselnd an, zwischen 0,005 bis 0,018; im Mittel, sagt er, betrage sie 0,015.

kann auch nicht anders seyn, da eine so große Menge Thiere und Pflanzen unaufhörlich Kohlensäuregas aushauchen, da so viele Gährungen Statt finden, da die schwarze Erdkrume, selbst der Schiefer und andere Gebirgsarten, durch Anziehung des Sauerstoffes aus dem Luftkreise, mit ihrem Kohlenstoffe, diese Säure bilden; da ferner der Gehalt an Kohlensäure immer hinreicht, das Kalkwasser zu trüben.“ Ferner sagt er (S. 250.) „Es ist wohl keinem Zweifel unterworfen, daß weit mehr Kohlensäure in dem Luftkreise vorrätzig ist, als Anthrakometer zu erkennen geben.“

Diesen Satz muß ich aber fast ganz umkehren; indem ich behaupte, daß in den meisten Fällen Kohlensäuremesser (Anthrakometer) weit mehr (angebliche) Kohlensäureluft gezeigt haben im Luftkreise, als wirklich vorhanden ist. Denn die Prüfungsmittel entfernten in allen den Fällen, wo man in der freyen gemeinen Luft mehr denn 0,001 Kohlensäure fand, außer dieser — Sauerstoff- und Salpeterstoff-Luft aus derselben, in mehr oder weniger beträchtlicher Masse, und die ganze Abnahme des Umfanges der geprüften Luft wurde als Kohlensäureluft in Rechnung gebracht. Man vergleiche, was hierüber Ruhland¹⁾ so richtig sagt in seiner Abhandlung über „Absorption der atmosphärischen Luft durch flüssige Körper.“

1) Schweigg. N. Journal. 16. B. S. 108. u. s. w.

Ganz trefflich drückt sich Herr Professor Link¹⁾ aus, über den Kohlensäure - Gehalt der gemeinen Luft. „Es ist sehr richtig,“ sagt der berühmte Naturforscher, „wenn der Verfasser (Herr Sprengel) behauptet, man finde in der Luft Kohlensäure, welche durch eudiometrische oder anthrakometrische Versuche sich nicht darstellen lasse.“ — Dies soll aber keinesweges heißen, wie mancher auf den ersten Blick glauben möchte, — daß obige Behauptung richtig sey, der zu Folge für gewöhnlich 0,01 Kohlensäure im Luftkreise noch zu wenig seyn soll. Vielmehr sagt Link, daß der eben genannten Luft so wenig sey im Luftkreise, daß sie, durch die gewöhnlichen Messungen, nicht dargethan werden könne. — Und wer nur mit aller Vorsicht und Sorgsamkeit, welche nöthig ist, die beredete Prüfung des Luftkreises durchführt, der wird gezwungen seyn, in dieses Urtheil einzustimmen, für welches ich auch Dalton²⁾ habe, der den genannten Kohlensäure - Antheil im Mittel (seiner Versuchserfolge) zu 0,001 angibt, eine Angabe, welche der Wahrheit schlechterdings nicht fern seyn kann. H. Davy's³⁾ Bestimmung dieses Kohlensäure - Gehaltes ist meiner Annahme und Dalton's bereits geliefertem Beweise nahe, wenn er sagt: „wo ein freyer Umlauf der Luft Statt findet, beträgt sie (die

1) S. dessen kritische Bemerkungen und Zusätze zu C. Sprengel's Werk über den Bau und die Natur der Gewächse. S. 34.

2) Gilbert's Annalen 13. B. S. 445.

3) Elemente der Agricultur - Chemie u. s. w. S. 237.

Kohlensäureluft) selten mehr als $\frac{1}{500}$, selten weniger als $\frac{1}{800}$ von dem Volum der Luft.“

Meine oben angeführten Gründe für die beständig gleichartige Mengung und Mischung der, in dieser Schrift in Betracht geführten, Bestandtheile des Luftkreises scheinen in der That immer mehr wahrscheinlich, dafern man nicht, mit leichtsinnigem Kopfschütteln, und ohne tiefere Erwägungen darüber wegeilt. So zeigen ja die genauesten Versuche, daß die an der Erde in großer — im Vergleiche zum aufnehmenden Raume aber doch in überaus kleiner — Menge erzeugte Kohlensäureluft im Freyen so ungemein schnell im Luftkreise sich vertheilt, daß in beträchtlichen Höhen über der Erde eben so viel davon sich vorfindet, als in wahren „natürlichen Erzeugungs-Anstalten“ (Fabriken) für Kohlensäureluft. So fanden ja bekanntlich Garnerin und Beauvais in der Höhe von sechshundert und fünfzig Toisen eben so viel von dieser Luft als (zur selbigen Zeit) in Paris. Man vergleiche auch was Link hierüber sagt a. e. a. O. und Dalton¹⁾.

Es ist noch übrig, daß ich mich rechtfertige wegen meiner Angabe und Abrede über den Kohlensäureluft-Gehalt des Luftkreises und der Behauptung, daß Dalton's, Link's und anderer, diesen mehr oder weniger beystimmenden, Schriftsteller Urtheil der Wahrheit am nächsten sey. Ich muß demnach einige Versuche erzählen, welche ich über verschiedene,

1) Gilbert's Annalen 12. B. S. 385.

künstlich dargestellte, Mengungs - Verhältnisse der Kohlensäure - mit gemeiner Luft anstellte. Es wird sich dem Leser dabey ein Verfahren ergeben, welches er dem gewöhnlichen, in dem die Kohlensäureluft durch ein Maafs dargethan werden soll, vorziehen wird, in so fern man es mit Kohlensäure zu thun hat, welche in so geringer Menge vorhanden ist, wie in der gemeinen Luft. In diesen Fällen ist mir das Kalkwasser — zugleich Einsaugungsmittel und Maafs. Dieses Maafs ist gegeben „durch die Stärke der sich bildenden Hant (und Flocken) kohlensauren Kalkes,“ welche in der That genauere und zuverlässigere Erfolge gibt, als die Bestimmung der Menge der Kohlensäureluft (versteht sich — in Beziehung auf die angemerkte Menge) nach der Verminderung des Umfanges.

Einen recht brauchbaren Maafsstab, welchen ich den Physikern hiermit aus Erfahrung empfehle, um, mit einzig möglicher Genauigkeit, sehr geringe Mengen Kohlensäureluft zu bestimmen — kann man sich dadurch verschaffen, dafs man eine Reihe Flaschen, von recht klarem Glase, mit gemeiner, aller Kohlensäure beraubten, Luft anfüllt, in diese dann z. B. 0,0005, 0,0001, 0,005, 0,001 u. s. w. möglichst reiner Kohlensäure hineintreibt, in jede derselben eine gleiche Menge desselben guten Kalkwassers schüttet, und hierauf dieselben luftdicht verschlieset. Die Flaschen bleiben dann, am besten, ruhig und so liegen an einem hellen Orte, dafs man sie und die darin befindlichen Flächen des Kalkwas-

sers ohne Hindernisse durchschauen kann. Eine Reihe so vorgerichteter Flaschen stellt meinen Kohlensäuremesser für sehr geringe Mengen der gedachten Säure dar. Der Raum erlaubt mir jetzt nicht, mehr hierüber zu sagen; man sieht aber ein, wie diese Vorrichtung zur Bestimmung geringer Kohlensäuremengen bey Untersuchungen recht brauchbar ist. Das Urtheil über ihre Zweckmässigkeit erlasse ich Kennern, die ich aber bitte, dasselbe nicht der Prüfung meiner Angaben vorher, sondern hintenan — gehen zu lassen, und dafs sie bedenken, wie weit man bey diesem Gegenstande die Forderungen für Bestimmtheit und Genauigkeit des Erfolges setzen dürfe.

Ich muß hier noch bemerken, dafs es zu versuchen steht, ob sich nicht auch geringe Mengen Kohlensäureluft mehr oder weniger genau dadurch ausmitteln liessen, dafs man bestimmte, wie sehr Kalkwasser (oder Schwererdewasser) von bekanntem Kalkgehalte, verdünnet werden kann, um mit, bis zu hohen Graden verdünnter, Kohlensäureluft noch kohlen sauren Kalk zu bilden, der in der Flüssigkeit nicht mehr gelöst wird; ein Verfahren, dessen Zweckmässigkeit für Untersuchungen anderer Körper durch vortreffliche und eben so gründliche Versuche von Fischer¹⁾ so eben bekannt geworden ist. Ich zweifle indeß, dafs diese Prüfungsart der obigen an die Seite zu stellen seyn möchte, da mit der Verdünnung der

1) N. W. Fischer Versuche zur Berichtigung u. Erweiterung der Chemie 1. Heft. Breslau 1816.

Kalk - (oder Schwererde-) Lösung die Auflösbarkeit der kohlensauren Verbindung zunimmt, und dann nichts mehr bewiesen wird.

Um endlich meine Versuche zu beschreiben, so füllte ich große Flaschen von weißem Glase mit (reinem) abgezogenen Wasser. In einem anderen großen Glasgefäße schüttelte ich anhaltend gemeine Luft mit dem gleichen Umfange abgezogenen, mit reinem Aetzkali versetzten Wassers, und leitete diese Luft in die mit dem Wasser gefüllten Flaschen, bis dasselbe gänzlich durch jene herausgetrieben war. Durch die, in diesen Flaschen nun enthaltene, Luft wurde das hineingegossene Kalkwasser nicht im mindesten getrübt.

Demnach brachte ich nun in fünf, mit dieser gewaschenen Luft gefüllte, Flaschen so viel reine, vorsichtig bereitete, Kohlensäureluft, daß diese betrug :

1) in der ersten Luft $\frac{1}{4} \frac{1}{8} \frac{1}{9}$

2) — — zweyten — $\frac{1}{5} \frac{1}{8} \frac{1}{6}$

3) — — dritten — $\frac{1}{7} \frac{1}{7} \frac{1}{6}$

4) — — vierten — $\frac{1}{8} \frac{1}{2} \frac{1}{3}$

5) — — fünften — $\frac{1}{9} \frac{1}{6} \frac{1}{5}$ —

Die sechste Flasche hatte ich, um sie nochmals mit gemeiner Luft im Freyen zu füllen, mit feinem Sande (der durch anhaltendes Sieben vom sogenannten Staube befreyet worden war) voll gemacht, den ich dann wieder herausfallen liefs, und — ohne Feuchtigkeit in's Spiel zu bringen — auf's Möglichste säuberte. In jede der sechs Flaschen wurde nun eine gleiche Menge desselben Kalkwas-

sers hineingegeben, und dieselben so gelegt, daß diese Flüssigkeit die größte mögliche Fläche der überstehenden Luft darbot. Es war mir eine Lust, der Bildung der Haut des kohlensauren Kalkes zuzusehen. Schon nach einigen Minuten war diese Bildung in den zwey ersten Flaschen sichtbar, etwas später auch in der dritten. In der vierten gewahrte man, nach längerer Zeit, schon merkliche Spuren davon, während in der fünften und sechsten diese noch nicht bemerklich waren. Nach einigen Stunden verglich ich diese Haut in den drey letzteren Flaschen, wobey es sich unverkennbar zeigte, daß die der vierten die in den letzten enthaltenen übertraf. — Aber in der fünften und sechsten Flasche gab der Kalkabsatz keinen merklichen, mindestens keinen zuverlässigen Unterschied an.

Man sieht nun demnächst, daß wir im Obigen den Kohlensäure - Gehalt der Luft zu hoch angaben; dies geschah indess, wie gesagt, nur einstweilen und um unseren Beweis — so zu sagen — anschaulich vor das Auge zu führen. Einen Einwurf also, der uns gar bald entgegengeschickt worden wäre, haben wir aus dem Wege geräumt. Ein anderer möchte der seyn, den ich gern selbst hervorhebe, daß nämlich nicht nur die Luft, sondern auch eben die Theile der Gewächse fast immer „mehr oder weniger in Bewegung sind,“ ein Umstand, der allerdings Berücksichtigung zu verdienen scheint. Wären auch beyde hier in Gegenwirkung stehende Körperarten (Pflanze und Koh-

lensäurehaltige Luft) durch äußere Kräfte unbeweglich; so würde zwar dennoch — wie es in der Natur der chemischen Anziehung schon liegt — die auf den grünen Flächen der Pflanzen liegende, sehr verdünnte Schicht von Kohlensäureluft im Lichte, nachdem sie von den Pflanzen eingenommen worden, unendlich schnell wieder ersetzt werden durch die Strömungen der Luft, vermöge welcher ausdehnnsame Flüssigkeiten so kräftig und so schnell in's Gleichgewicht sich zu setzen streben.

Aber es ist nicht schwer zu begreifen, daß diese letztere Einrede, im Vergleiche zu den entgegengesetzten obigen Gründen, welche das Vermögen der Pflanzen, die Luft zu „verbessern,“ in Abrede stellen, — dennoch nicht tauglich ist, diesen Gründen und dem durch sie bestimmten Urtheile einen Abbruch zu machen, welcher erheblichen Belangens wäre. Jenes Urtheil getrauen wir uns nun also, mit Sicherheit und Ueberzeugung, zu fällen.

Von „Luft-Verbesserung durch Pflanzen“ redend, könnte darunter auch die Veränderung der Luft gedacht werden, welche sie durch Pflanzen erfährt, indem diese ihr Kohlensäureluft entziehen und Sauerstoffluft dafür (wenn auch in geringerer Menge) wiedergeben; wobey ganz abgesehen würde von der Sauerstoffluft, welche die Gewächse überhaupt dem Luftkreise entziehen. Das ist aber eine irrige Annahme, ein falsches Urtheil, nicht zwar an sich, doch aber in Beziehung auf

eine Bedingung, ohne welche diese vermeintliche Verbesserung — welche ich „beziehliche Reinigung der Luft genannt wissen möchte, — nicht Statt findet,

Verbessert würde die Luft nur dann durch Pflanzen, wenn diese ihr mehr Sauerstoffluft darreichen, als sie ihr entziehen (durch die bekannte Umwandlung der Kohlensäure); gereinigt wird dahingegen jene Luft (der Luftkreis) und zwar (relativ) beziehlich, in so weit ihr nicht nur Kohlensäureluft entzogen und Sauerstoffluft zugesetzt wird; sondern auch in sofern die, hierdurch bewirkten, Veränderungen (die Reinigung) — „der Bestimmung fähige“ Grade in sich begreifen und bezeichnen, welche jener Begriff (Verbesserung) nicht nothwendig heischet, vielmehr ausschliesst. Be beziehlich gereinigt wird die Luft ferner auch, indem man absieht von dem „Verderbniss (Verschlimmerung) äussernden“ Einflüsse des Pflanzenlebens auf dieselbe.

Diese beziehliche Reinigung („Ausbesserung“) des Luftkreises durch das Pflanzenleben darf nun aber auch nicht ganz unbeachtet verbleiben. Es ist begreiflich, dass dieselbe, an sich, immer beträchtlich seyn muss. Das ergibt sich aus den bekannten Versuchserfolgen. Die ungemein grosse — oft fast zu blossen Flächen werdende — Ausgedehntheit der Pflanzenkörper und ganz besonders derjenigen Theile derselben (Blätter), welche zur Beschaffung solcher Reinigung bestimmt sind und dadurch ihrer Bestimmung noch mehr entsprechend erscheinen, indem sie in den

Raum empörstreben und| darin weit sich ausbreiten und sich auch bewegen, — diese Ausgedehntheit (Verflächung) der gedachten Pflanzenkörper scheint die schöpferische Allweisheit, mindestens doch zum Theile, eben dieser Reinigung wegen gewollt zu haben.

Aber, — dürfte man fragen, wenn es wahr ist, was oben gesagt wurde, daß nämlich, wenn eine Pflanze mit etwa vier oder fünfhundert Theilen ihres Umfanges gemeiner Luft eingeschlossen, diese in längerer Zeit keine meßbare Veränderung erleidet (wenn sie täglich im Sonnenscheine steht; man vergleiche deshalb 1. Abschn. 1. Vers.); — beweiset das nicht, daß der Verderbnisß äuffernde sowohl, als der (Verbesserung) Reinigung äuffernde, Einfluß der Pflanzen einander das Gleichgewicht halten und sohin nur höchstens von „derweiliger“ (temporärer) Verbesserung und Verschlimmerung des Luftkreises die Rede seyn kann? — Reicht die ausgeathmete Kohlensäureluft nicht offenbar zu, die verzehrte Sauerstoffluft später (im Lichte) wieder zu ersetzen?

Diese Fragen beantwortete ich aber mit „Nein.“ Die zuverlässigen Gründe für die Antwort liegen klar im Vorhergehenden, und wer da sucht — sofern man das noch nöthig hat, — der wird finden. Man unterlasse nur nicht, zu bedenken, daß man nimmermehr geradehin von den angezogenen Versuchserfolgen auf die gleichnamigen, in der freyen Natur sich ergebenden, Erfolge schliessen darf, welches schon daraus klar ist, daß in der, mit Pflanzen ein-

geschlossenen Luft, die ausgeathmete Kohlen- säureluft so nahe der ersteren bleibt; der vielen ande- ren Umstände nicht zu gedenken, welche ich schon in Betracht gezogen habe, so weit das nöthig, und ganz von selbst sich noch nicht zu ergeben schien.

Bevor ich hier schliesse, ist es nöthig, daß ich auf einige, hierher gehörige Behauptungen Saussure's aufmerksam mache, welche irrig und nicht gegrün- det sind. Es sagt derselbe¹⁾: „die über die Aushau- chungen des Cactus (fleischiger Pflanzen überhaupt also) erhaltenen Erfolge können auf die Blätter ande- rer Pflanzen angewandt werden.“ — Das ist nun aber, wie ich schon gezeigt habe, in der allge- meinsten Hinsicht nur der Fall, in derjenigen nämlich, daß fleischige sowohl, als „nicht fleischige“ Pflanzen Sauerstoffluft einnehmen und aushauchen können. Will man nun aber — bey be- sonderen Umständen von einem Erfolge, welchen z. B. erstere Pflanzen gegeben haben, ungestört und gera- dezu schliessen: die zuletzt genannten Pflanzen müß- ten denselben Erfolg geben unter denselben äusseren Umständen, so ist das ohnfehlbar ein fehlerhaftes Ver- fahren, welches fehlerhafte, und selbst ganz falsche, Behauptungen zum Vorschein bringen muß.

So ist aber Saussure hier verfahren. Er will seine Behauptung dadurch rechtfertigen, daß er den Erfolg erzählt von ein Paar Versuchen, die er nach Ingenhouss's Vorzeichnung angestellt hat, welcher

1) Saussure a. a. O. S. 80. 81.

Erfolg aber eben so unbegründet ist, als die Behauptung, welche derselbe bekräftigen soll.

„Unterhält man, heisst es (a. e. a. O.), das Leben (Vegetation) von dünnen Blättern in zwey Behältern, wovon der eine zum Aufenthalte des Gewächses im Sonnenlichte, und der andere zu seinem Aufenthalte in der Dunkelheit, bestimmt ist, so findet man nach wiederholtem Gießen von einem Gefässe (Behälter) in das andere¹⁾, dass am Ende des funfzehnten Tages die Luft des letzteren (Behälters) an Reinheit und Umfange verloren, und dass sich die des ersteren verbessert hat.“ Es wird nun schliesslich noch bemerkt, die entgegengesetzten Wirkungen (Ein- und Ausathmung) seyen hier zu geringe, um, rücksichtlich der Menge, sehr genau verglichen werden zu können.

Der angegebene Erfolg hat in so weit nur Grund, als er angibt, dass die Luft des, in der Finsterniss weilenden, Behälters an Reinheit abgenommen habe; dass dieselbe aber auch im Umfange wahrnehmbar vermindert sey, ist rein erschlossen; denn die Pflanze (*Lythrum salicaria*) ersetzte die verzehrte Sauerstoffluft durch den fast gleichen Umfang von Kohlensäureluft, welche ausgehaucht wurde. Und eben so unbegründet ist die folgende Behauptung, die Luft des,

1) Diese Stelle ist dunkel und zweydeutig; um den bestimmten Sinn hinein zu bringen, muss man unter „Gießen“ — das „Bringen“ verstehen, der Pflanzenblätter aus einem der genannten Behälter in den anderen; es sey denn, man gebe zu, dass Pflanzen sich giessen lassen.

im Sonnenlichte stehenden, Behälters sey verbessert worden. Wir haben gesehen, daß „nicht fleischige“ Pflanzen nur Sauerstoffluft aushauchen, wenn Kohlensäureluft in ihrer Umgebung sich befindet, wofür ich auch ohnehin einen bestimmten Beweis noch versprochen habe, den ich weiterhin führen werde. Da nun in Saussure's Versuche die Pflanze aus der eingeschlossenen Luft, welche sie im Finstern mit Kohlensäureluft bereichert hatte, in den Behälter gebracht wurde (im Lichte), der nur eine Menge Kohlensäureluft enthielt, die aus mehr als einem triftigen Grunde = 0 gesetzt werden kann; woher soll denn die Verbesserung gekommen seyn? —

Der eben genannte Schriftsteller sagt ferner: „die Versuche über das Ausathmen können nur auffallende, einer strengen Untersuchung fähige, Erfolge geben, wenn sie bey Pflanzen angestellt werden, welche bey geringem Umfange viel grüne krautartige Substanz („Fläche“ sagt der Verfasser, viel richtiger, an mehreren Stellen seines Werkes) enthalten, und die eine genugsam große Lebenskraft besitzen, um in der Sonne den zehnten oder zwanzigsten Theil des Raumgehaltes des Behälters auszutreiben u. s. w.“

— Nun sollen, wie gleich hierauf gesagt wird, „die fleischigen Gewächse fast die einzigen seyn, welche mit diesen Eigenschaften versehen sind.“ Das ist indess nicht der Fall: die fleischigen Pflanzen haben, bey großem Umfange, wenig grüne Substanz (Fläche), — man vergleiche nur in Gedanken, z. B. einen Cubikzoll Cactus Opunt. mit einem Cubik-

zolle irgend einer Pflanze mit dünnen Blättern, um dies sogleich einzusehen. Was aber jenes Austreiben der Luft aus dem Behälter angeht, so kann dies nur beziehlich und uneigentlich der Lebenskraft zugeschrieben werden. Denn dieses Austreiben bemerkt man an jedem, mit Luft gefüllten und gesperrten, Behälter im Sonnenscheine, und ist dann die bloße Wirkung des letzteren, in sofern dadurch der Behälter und sein Inhalt erwärmt wird u. s. w. Nur fleischige Pflanzen vermehren dieses Austreiben eines Theiles ihrer luftförmigen Umgebung, eben durch die Kohlensäure, welche sie in sich enthalten und — im Lichte dieselbe zerlegend — als Sauerstoffluft aushauchen. Wenn aber die Pflanze in demselben Behälter vorher auch eingeathmet hätte, und das beobachtet wäre, was ich oben vorzeichnete (1. Abschn. I. 5. Vers.); so würde an diesem Heraustreiben der Luft aus demselben die Pflanze auch nicht den mindesten Antheil haben. Da „nicht fleischige“ Pflanzen zur Entwicklung der Sauerstoffluft im Lichte Kohlensäureluft in der Umgebung voraussetzen, und ohnehin weniger Sauerstoffluft ausgehaucht wird, als jene Luft beträgt; so ist es überhaupt klar, daß durch die Lebenskraft der Pflanzen keine Luft ausgetrieben wird aus einem Behälter.

Vierter Abschnitt.

I.

Von den Athmungen der Wurzeln, der holzigen Theile, so wie der Blumen und Früchte.

Von der Wahrheit dessen, was im Allgemeinen hierüber gesagt ist, habe ich mich vollkommen überzeugt. Daher habe ich nicht nöthig, die Zahl der beschriebenen und umständlich angegebenen Versuche und deren Erfolge noch zu vermehren durch die meinen. Schon Ingenhouss hatte gefunden, „dafs nur die Blätter und die grünen Stengel und Zweige der Pflanzen¹⁾ und einige Früchte²⁾ fähig sind, die Luft zu reinigen, d. h. Sauerstoffluft im Sonnenscheine auszuhauchen; dafs aber hierzu keinesweges weder irgend eine Blume noch eine Wurzel tauglich sey, vielmehr,“ sagt er ganz richtig, „verderben diese, ohne Unterlaß, die mit ihnen eingeschlossene Luft“³⁾.

Die Wurzeln nehmen zu jeder Zeit Sauerstoffluft aus dem Luftkreise ein und hauchen Kohlensäureluft aus, und ich stimme dem Verfasser der oft genannten „Untersuchungen über die Vegetation“ darin bey, „dafs sie weniger bemerkbare Athmungen vornehmen als die Pflanzenblätter (in der Dunkelheit),“

1) Versuche mit Pflanzen. 1. B. S. 310.

2) Ebendas. S. 302.

3) Ebendas. S. 295.

indem ich aber noch hinzufüge: daß dieses vorzüglich — und dann fast nur ganz — der Fall seyn müsse, wenn sie in ihrem natürlichen Standorte, (in der Erde oder im Wasser, wo reine Sauerstoffluft weniger reichlich ihnen zu Gebote stehet) sich befinden. Der Ausathmung von Sauerstoffluft ist keine Wurzel fähig, die äußeren Umstände seyen, welche sie wollen. Eine Reihe von Versuchen hat mich zu dem Urtheile geführt: daß zartere und dünnere (Faser- und Zaser-) Wurzeln mehr ein- und ausathmen, als starke und dickere; und daß jüngere und ältere im Ganzen vielleicht denselben Unterschied überall zeigen.

Die Wurzeln geben merklich weniger Kohlensäureluft aus, als sie Sauerstoffluft eingeathmet haben, welche Angabe ich auch bey Saussure finde. Er sagt ¹⁾ z. B. eine Mohrrübe habe in vier und zwanzig Stunden ein Mal so viel, als ihr Umfang betrug, Sauerstoffluft verzehrt, und nur den hundertsten Theil dieser Menge eingesogen; eine Kartoffel habe 0,4 ihres Umfanges verzehrt und etwa 0,08 desselben verschluckt u. s. w.“ — was so zu verstehen ist, daß z. B. die Kartoffel 0,40 ihres Umfanges der gedachten Luft einnahm und dafür nicht eben so viel Kohlensäureluft ausathmete; sondern $0,40 - 0,08 = 0,32$ ihres Umfanges. — Aber dieser Unterschied in der Menge des Eingeathmeten und des Ausgehauchten ist nur bey größeren und älteren Wurzelarten sehr häufig zu finden; bey zarteren und minder ausgewachsenen hin-

1) a. a. O. S. 99. u. folg.

gegen ist er seltner recht merklich, am häufigsten fast gar nicht meßbar.

Man kann es nicht verkennen, daß diese Verschiedenheiten in den Athmungen der Wurzeln Aehnlichkeit haben mit denjenigen, welche wir kennen gelernt haben bey den Athmungen der fleischigen und der „nicht fleischigen“ Pflanzen. Wir sahen nämlich, daß erstere eine merkliche Zeit (Sauerstoffluft) einathmen, ohne (wie letztere Pflanzen — Kohlensäureluft) auszuathmen; daß sie aber späterhin diese wechselseitigen Athmungen vornehmen — gleich anderen Pflanzen. Nun hatte Saussure bey den Athmungen der Cactus Opunt. (und wie wir sehen werden, auch der Wurzeln) in der Finsterniß bemerkt, „daß diese Pflanze nach einiger Zeit (nach dreyßig bis vierzig Stunden) den Luftinhalt des verschlossenen Behälters nicht mehr verminderte, wie lange auch der Versuch dauerte; daß hingegen wieder eine Verminderung Statt fand, wenn die Pflanze aus ihrem Behälter herausgenommen, eine Zeitlang an die freye Luft (in der Finsterniß) gelegt, und dann wieder in einen Behälter mit gemeiner Luft gebracht wurde. Die Wiederholung dieses Verfahrens gab jedes Mal die gedachte Verminderung, welche einem Viertel des Umfanges der Pflanze entsprach (und, wie wir schon wissen, der Menge der eingenommenen Sauerstoffluft gleichkommt, die durch (ausgeathmete) Kohlensäureluft nicht ersetzt worden ist.“)

Saussure schließt aus diesen Erscheinungen, „der Cactus scheine nie mit Sauerstoffluft gesättigt, wenn

er mehrere Tage, oder eine unbestimmte Zeit hindurch, in freyer Luft im Dunkeln verweilet habe (was aber bey jeder Pflanze der Fall ist), und erklärt dies, sagend: „durch die Verwandtschaft der gemeinen Luft zur Kohlensäure des Cactus, werde letzterem diese Säure entzogen.“ — Dalton hat ihm diese Verwandtschaft der Luft zur Kohlensäure überhaupt — bestritten, dem er aber das ähnliche Verhalten des Wassers zu Kohlensäure enthaltender Luft, welche eingeschlossen ist, entgegensetzt, angehend: daß auch dies Wasser an die freye Luft, dann wieder in den Behälter gebracht u. s. w., sich eben so verhalte, wie in dieser Hinsicht der Cactus (d. h. daß in dem Behälter es Kohlensäure einsauge und an der freyen Luft meist wieder abgebe).

So darf aber diese Erscheinung nicht erklärt werden; ein tieferer Blick in das Verhalten der fleischigen Pflanzen bey ihren Athmungen zeigt, wie wenig man gezwungen ist, in jene Erklärungsart einzustimmen, um so mehr, da auch ihr Urheber es bekannt macht, daß genannte Pflanzen im luftverdünnten (leeren) Raume die Kohlensäure nicht abgeben. Derselbe Schriftsteller zeigt auch, daß der Cactus (fleischige Pflanzen überhaupt) aus kohlensäureenthaltender Luft, die erstere in demselben Verhältnisse einathmet, als die Sauerstoffluft. Wenn nun eine fleischige Pflanze in eingeschlossener gemeiner Luft athmet, so nimmt sie bekanntlich so lange Sauerstoffluft ein, ohne Kohlensäureluft auszuhauchen (wodurch die Raumverminderung der Luft entsteht), bis

sie keine Kohlensäureluft mehr in sich behalten kann; wo sie dann letztere (die durch ferner eingeathmete Sauerstoffluft aus dem Bildungssafte ausgeschieden, — nach Saussure durch Auflösung des Kohlenstoffes der Pflanze in der eben eingeathmeten Sauerstoffluft gebildet — wird) aushaucht. Nach einiger Andauer des Versuches ist nun die Luft sehr kohlensäurehaltig geworden — (denn die in Rede stehenden Erscheinungen kann auch Saussure nur dann bemerkt haben, wenn das Verhältniß der Pflanze zur eingeschlossenen Luft — für kürzere Dauer des Versuches — mehr oder weniger nahe gekommen ist demjenigen von 1 : 8); es ist natürlich, daß dann die Einathmung von Sauerstoffluft unendlich langsam vor sich geht, eben der vorhandenen Säureluft wegen.

Wenn jetzt die Pflanze in die freye Luft gebracht wird, so werden die Athmungen freyer (indem hier dieselben durch die Kohlensäureluft nicht beschränkt sind); Sauerstoffluft wird reichlicher eingeathmet, Kohlensäureluft ausgehaucht, aber — was wohl bedacht werden muß — letztere wird in geringerer Menge ausgehaucht, als erstere eingenommen, was wir schon oben (1. Abschn. 5. Vers. Anmerk.) zeigten (und worüber man vergleichen kann, was Saussure — uns beystimmend — darüber sagt a. a. O. S. 60.). Eben so werden die Athmungen ununterbrochen fortgesetzt, wenn die Pflanze nun wieder in einen Behälter mit gemeiner Luft gebracht wird; die Verminderung des Luftumfanges ist nur bemerkbar, wenn dieser etwa das obige

Verhältniß (8 : 1 u. s. w.) zur Pflanze hat. Unmerklich ist sie aber, wenn der, Pflanze und Luft einschließende, Behälter viel größer ist; und bestimmt war das bey Saussure der Fall, da er einmal fand, daß ein Cactus, wenn er die Nacht in Kohlensäureluft gebracht, und dann in einen, mit gemeiner Luft gefüllten (ebenfalls in der Finsterniß stehenden) Behälter gestellt worden war, — er nun den Inhalt des letzteren an Umfang nicht änderte. Dieser Schriftsteller sagt zwar (a. a. O. S. 64.) „die Pflanze habe (beym Hineinbringen in diesen Behälter) die Luft durch Kohlensäureluft (ein Sechstel ihres eigenen Umfanges) vergrößert und darauf eben so viel Sauerstoffluft eingeathmet;“ das hat er aber offenbar erdacht; denn ehevor nicht letztere eingeathmet worden, wird die Kohlensäureluft nimmer ausgeathmet, wenn gemeine Luft die (Wurzel) Pflanze berührt.

Eben wie die fleischigen Pflanzen, verhalten sich die Wurzeln; versteht sich, in der angezogenen und eben beredeten Hinsicht. Es ist daher kein Wunder, daß Saussure dieselben, hier wieder vorkommenden, Erscheinungen auf dieselbe — von uns in Abrede gestellte — Art erklärt. Um es recht anschaulich, und durch die Erfahrung selbst, zu zeigen, wie sehr ich Grund habe, meine auseinander gesetzte Erklärung gegen Saussure geltend zu machen, will ich in die umständliche und genaue Beschreibung eines Versuches hier eingehen, den man leicht wiederholen kann.

Eine Wurzel der Petersilie (*Apium Petroselin.* L.), welche $1\frac{1}{3}$ C'' einnahm, und von ihrem Kraute befreyet war, wurde — trocken von dem anhängenden Sande gesäubert — in eine Glasröhre gesteckt, die ich oben (luftdicht) zugeschmelzt, und die etwas über einen Zoll im Durchmesser hatte. Sie enthielt acht und ein Drittel Cubikzoll Luft, davon also durch die Wurzel ein und ein Drittel ausgetrieben ward.

Die Röhre wurde mit Quecksilber wohl verschlossen, und an einen finsternen Ort gestellt, wo die Luftwärme, während der Versuche, zwischen sieben und eilf Reaumur'schen Graden wechselte. Nach drey und vierzigstündiger Andauer des Versuches war vom sperrenden Quecksilber in die Röhre gestiegen, und ich fand den gesperrten Luftumfang nach den (wegen des veränderten Luftdruckes und der veränderten Wärme) nöthigen Verbesserungen — genau um ein Drittel des Umfanges der Wurzel vermindert. Da ich die Röhre an dem unteren offenen Ende genau eingetheilt (kalibriert) hatte; so konnte ich diese Berechnung leicht machen, und ohne die Röhre zu öffnen. Ich ließ sie noch vierzehn Stunden stehen; nach deren Ablaufe, oder vielmehr während welcher, die Wurzel ihren Luftkreis nun wieder vergrößerte; ebenso, wie ich es bey den, unter gleichen Umständen sich befindenden, Früchten angemerkt habe.

Die Abnahme des Umfanges jener Luft stand, nach den ersten zwölf Stunden etwa, im verkehrten Verhältnisse mit der Zeit, während welcher der Versuch nun noch dauerte (weil Sauerstoffluft in dem Be-

hälter immer mehr ab-, die Kohlensäureluft aber verhältnißmässig zunahm). Ich leerte nun blos die Luft des Behälters aus, indem ich ihn, nachdem die Wurzel hervorgezogen, mit Quecksilber füllte, und in freyer Luft dasselbe wieder ausschüttete; und brachte sogleich die Wurzel wieder hinein, mit dieser frischen Luft sie einsperrend,

Sie sollte nun nach Saussure ihren Luftkreis nicht wieder vermindern, d. h. sie sollte eben so viel Kohlensäureluft aushauchen, als sie Sauerstoffluft zuvor eingeathmet. Das war aber keinesweges der Fall: nach acht und vierzig Stunden war diese Luft auf's neue vermindert, und zwar bis auf eine Kleinigkeit, genau eben so, wie im ersten Versuche. Aus dem Luftkreise war alle Sauerstoffluft verschwunden, bis auf Spuren davon. Die verschwundene Luft war durch Kohlensäureluft ersetzt, weniger den Antheil der ersteren, den die Verminderung des Umfanges der ganzen Luftmenge andeutet, und der, wie schon öfter gesagt, von dem Pflanzentheile als Kohlensäure — und wenn man will, als Sauerstoff — zurückbehalten ist.

Der vorstehende Versuch läßt sich nun mit einer solchen Wurzel oft noch ein Paar Male wiederholen. Die bemerkte Umfangsverminderung nimmt bey den späteren Wiederholungen ab, wegen des Mangels, den die Wurzeln an Wasser leiden; anderer, leicht begreiflicher Ursachen nicht einmal zu gedenken. Was die angeregte Fähigkeit, welche Früchte und Wurzeln vorzüglich besitzen, ihren Luftkreis durch

Kohlensäureluft zu vergrößern, betrifft, so werden wir dies im fünften Abschnitte mit einigen Worten noch berühren.

Wie die fleischigen Pflanzen, so nehmen auch Wurzeln gern Kohlensäure zu sich; erstere vorzugsweise die luftförmige, letztere die im Wasser gelöste Säure. Man kann also mit Recht schliessen, daß die Pflanzen aus dem Boden durch ihre Wurzeln viel davon aufnehmen. Saussure sagt „die Wurzeln verzehren viel mehr Sauerstoffluft, wenn sie von der zugehörigen Pflanze nicht getrennt sind, und jene Luft werde durch die Blätter wieder in den Luftkreis zurückgeführt; weshalb auch das Ende eines belaubten Zweiges, das mit gemeiner Luft in einer Glaskugel eingeschlossen ist, und dessen Wurzeln (außerhalb der Kugeln) in der Erde stehen, — die Luft nach zwey oder drey Wochen, sehr merklich, verbessert haben soll.“ Den Versuch, der das Erstere beweisen soll, habe ich mit *Juncus effusus* wiederholt; die Wurzel wurde verkehrt unter eine Glasglocke gebracht, welche mit Quecksilber gesperrt war, über dem sich eine Schicht Wassers befand: die Halme waren in freyer Luft. Das Wasser war auch immer bald eingesogen, und mußte wieder ersetzt werden.

Ich stellte denselben Versuch mit der Abänderung an, daß die Wurzeln ohne Wasser sich behelfen mußten, wodurch ich denn fand, daß es ohne Unterschied sey im Erfolge (hinsichtlich der

Menge der eingenommenen und ausgehauchten Sauerstoff- und Kohlensäureluft), ob die Wurzel ihres Krautes beraubt sey oder nicht. Es folgt hieraus, daß im vorhergehenden Falle der Umfang der Luft, worin die Wurzel war, nur darum so sehr vermindert, weil mit dem Wasser Kohlensäureluft eingesogen wurde, welche jenes gelöst hatte.

Daß die so eingesogene Kohlensäure in die Pflanze selbst gelange, ist sehr wahrscheinlich; daß sie aber unmittelbar eine Verbesserung der Luft bewirke, mit der die Pflanze eingeschlossen ist, — das ist eine Behauptung, der ein Fehlschluß, oder aber ein Irrthum, zum Grunde liegen muß. Ich habe Versuche beschrieben, welche eine Reinigung der Luft deutlich genug zeigen, nie aber eine Verbesserung derselben, wenn nicht von aussenher Kohlensäureluft den Pflanzen gegeben wurde. — Die Erfolge, wo Pflanzen der Salpeterstoffluft — Sauerstoffluft zusetzten, gehören nicht hierher; man vergleiche nur das darüber Angemerkte, um es sogleich einzusehen. — Uebrigens bemerkt man keinesweges eine irgend beträchtlichere Ausathmung der Kohlensäureluft an einem belaubten Pflanzenzweige, wenn seine Wurzel im Wasser steht, das mit dieser Säure stark geschwängert ist, oder davon gar nicht enthält.

Die Stämme, Aeste und Zweige der baum- und strauchartigen Pflanzen kommen in ihren Athmungen denen der im Schatten lebenden Blätter sehr nahe; ohne Unterlaß athmen sie Sauerstoffluft ein, etwas

weniger Kohlensäureluft hauchen sie dagegen aus. Darum bemerkt man auch hier eine Abnahme der Luft, mit der sie eingeschlossen sind. Vollkommen habe ich mich überzeugt, daß diese Theile nur dann der Aushauchung von Sauerstoffluft fähig sind, wenn sie durch grüne Farbe sich auszeichnen, was Senebier, Ingenhouss und Saussure ganz richtig angemerkt haben. Der Letztere sagt zwar¹⁾: „man sieht sehr gut den Luftkreis dieser (grünen) Zweige bey Nachtzeit sich vermindern, und im Lichte seinen ersten Umfang wieder einnehmen.“ — Wenn ich aber, in Versuchen dieser Art, den Einfluß abzog vom Erfolge, den das Licht durch Erwärmung, und den die etwanige Veränderung des Luftdruckes und der Luftwärme hervorbrachten; dann nahm ich nie wahr, daß die eingeschlossene Luft den Umfang wieder erlangte, den sie zu Anfange des Versuches hatte. Grüne Zweige verhalten sich daher eben so zur Luft, bey dem wechselseitigen Ausstellen in den Schatten und in's Licht, wie Blätter; denn diese vermehren ihre luftförmige Umgebung nie, wenn sie im Lichte in derselben Luft bleiben, in der sie im Schatten waren. Sie können dieselbe ja auch nicht vermehren, da sie im Schatten „mehr“ Sauerstoffluft ein- als Kohlensäureluft ausathmen, im Lichte aber von ersterer „weniger“ ausgeben, als sie von letzterer einnehmen.

Was die Athmungen der Blumen betrifft, so

1) a. a. O. S. 104. u. s. w.

hat Saussure diesen Gegenstand, obschon kurz, abgehandelt, doch — so weit er hier in Rede steht — ganz erschöpft, und die kleine, von ihm gegebene, Tafel einiger Erfolge der Versuche mit Blumen gibt davon recht schön das Mittel an. Man hat die Athmungen der Blumen richtig vor Augen, wenn man sich die der Blätter, wie wir sie im ersten Abschnitte darlegten, vorhält, und nur hier (bey den Blumen) keine Umfangs-Verminderung der Luft, von welcher geathmet wird, sich vorstellt. Diese Verminderung würde hier ebenfowohl Statt finden, wenn nicht die Blumen zugleich mit der Kohlensäureluft — Salpeterstoffluft ausathmen, und zwar in grösserer Menge, als ein anderer Pflanzentheil es irgend vermag. Diese Menge entspricht immer, mehr oder weniger, dem Umfange eingeathmeter Sauerstoffluft, welcher durch ausgehauchte Kohlensäureluft nicht ersetzt worden, und der in anderen Fällen der Grund der Umfangs-Verminderung ist, — Ich hatte Blüthen der *Nymphaea lutea* und *alba* L. von Kelch- und Blumenblättern befreyt, um den Erfolg zu sehen, welchen die Athmungen der Befruchtungstheile und des Fruchtbodens hervorbringen möchten.

Bis dahin habe ich aber keinen merklichen Unterschied in den Athmungen dieser Theile und der Blumenblätter finden können, obschon es mir schien, daß die Menge der ausgehauchten Salpeterstoffluft, verhältnißmässig, beträchtlicher gewesen sey¹⁾.

1) In der öfter angeführten Uebersetzung der „*Recherches chimiques*“ etc. Saussure's findet sich hier (S. 117.)

Fruchthüllen (Früchte), im weitesten Sinne des Wortes, nehmen nur „nächtliche Athmungen“ — wie wir sie oben nannten — vor, wenn sie eine andere Farbe haben als die grüne; ich habe keine einzige Erfahrung gemacht, welche mir diesem Urtheile Einspruch gethan hätte. — So habe ich auf der anderen Seite keine Erfahrung machen können, die dem Urtheile: „dass jede junge grüne Fruchthülle im Sonnenlichte Sauerstoffluft aushauchen kann,“ entgegen gewesen wäre.

Bey den Einathmungen der Sauerstoffluft vermindern diese Pflanzentheile anfänglich ebenfalls die mit ihnen eingeschlossene gemeine Luft, weil sie die Kohlensäureluft in geringerer Menge aushauchen. — Merkwürdig ist es, dass alle, diesem Abschnitte überschriebene, Pflanzentheile vorzugsweise sehr viel Kohlensäureluft aushauchen, wenn Sauerstoffluft in ihrer Umgebung fehlt; ich sage „vorzugsweise,“ weil auch Blätter sich so verhalten, obschon sie im Ganzen viel später dazu kommen. Besonders bey Früch-

ein Schreibfehler (ob des Herrn Verfassers selbst, oder des Herrn Uebersetzers? — kann ich nicht entscheiden, da es mir unmöglich gewesen ist, die Urschrift zu erhalten), den ich, zum Besten eines mit dem Gegenstande etwa minder Vertrauten, der auf diese Stelle stossen möchte, anzeigen will, da er, wie auch der folgende, den Sinn entstellt. Es heisst am a. O. „sie (die Blumenblätter) hauchen kein Sauerstoffgas ein,“ wofür aber „sie hauchen keine Wasserstoffluft aus“ zu lesen ist. S. 119. steht: „— so verderben sie (Früchte) unter den nämlichen Umständen ihrer Atmosphäre,“ statt: „verderbten sie u. s. w. ihre Atmosphäre (ihren Luftkreis).

ten, glaube ich, wird man diese Aushauchung — die hier schon nach einiger Zeit, wenn auch Sauerstoffluft nicht mangelt, sich einstellt — nicht blos dadurch erklärt wissen dürfen: „dass man die Früchte krank nennt.“

Kranke Blätter, welche mit dieser Kohlensäureluft-Entbindung bereits beschäftigt sind, gehen mit Riesenschritten in den Tod, und völlige Auflösung ist sehr bald das Ende vom Liede. Es hat mir geschehen, dass Früchte noch lange ihre Lebenskraft behalten, wenn sie schon längere Zeit weit mehr Kohlensäureluft aushauchen, als Sauerstoffluft von ihnen eingenommen wird; und um so mehr, wenn sie der völligen Reife noch ziemlich fern sind. Im folgenden Abschnitte werde ich überdem auch zeigen, dass grüne Früchte, nachdem sie während vier und zwanzig Stunden, und darüber, mit Wasser bedeckt gewesen, im Lichte nun nicht nur Kohlensäure- sondern auch Sauerstoff-Luft auszuhauchen vermochten, während Blätter und andere Pflanzentheile erst nach viel längerer Zeit Luft ausgeben, (worunter keine Sauerstoffluft ist und) die auch erst hervorkommt, wenn die Lebenskraft aus diesen Theilen gänzlich gewichen ist, und rein chemische Thätigkeit den Erfolg bestimmt.

Die Fähigkeit grüner Früchte für eingenommene Kohlensäureluft — Sauerstoffluft auszuhauchen im Lichte, nimmt ab, wie die Zeit des Reifens sich nähert; und verschwindet dann auch bald gänzlich. Recht fleischige Früchte — bey welchen zur Zeit der Reife nicht selten die (früher sehr grün) gefärbte

Oberfläche eine äußerst dünne Schicht (Decke) bildet, — sind im jüngeren Zustande, wo sie durch und durch die grüne Farbe zeigen, in ausgezeichnetem Grade noch fähig, Kohlensäure zu zerlegen. Im Ganzen scheinen sie mir aber den selten fleischigen, meist mehr oder weniger häutigen Samenhüllen, welche man „Samenkapseln“ (im weiteren Sinne) nennet, in der bemerkten Hinsicht eben nicht voran zu stehen.

Obschon es merkwürdig ist, was schon Senebier bemerkte, daß, wenn Pflanzentheile grün sind, sie auch Sauerstoffluft aushauchen können; so fand doch bekanntlich auch Saussure schon längst, daß die rothe Gartenmelde, ungeachtet des Mangels der grünen Farbe ihrer Blätter, der gedachten Aushauchung nichts desto weniger fähig ist. Daraus scheint mindestens zu folgen, daß die Blätter zu solcher Thätigkeit ausdrücklich bestimmt sind. Diese Bestimmung kann man aber den Früchten nicht so unbedenklich beylegen; denn in einem gewissen Alter ist die genannte Fähigkeit, Sauerstoffluft auszuhuchen, schon sehr beträchtlich herabgesetzt und geschwächt, so, daß, obschon sie oft noch recht schön grün sind, die Ausathmung der Kohlensäure - die der Sauerstoff - Luft bey ihnen übertrifft. — Sollte wohl grünes Licht eine besondere und ausschließliche Wirkung auf Pflanzenkörper haben, die einen sehr bestimmenden Einfluß auf ihre Athmungen hätte? Ich zweifle zwar daran, behalte mir aber, da jenes dennoch möglich scheint, die Untersuchung darüber vor, indem ich von den Erfolgen einiger, vorläufig angestellten,

Versuche noch schweige, denen zu Folge ich jene Frage verneinen möchte. —

II.

Von den Athmungen der Gewächse der vier und zwanzigsten Hauptabtheilung des Linne'schen Pflanzensystems.

Farrenkräuter — so viel und so weit sie mir zu Gebote standen — fand ich in ihren Athmungen ganz übereinkommend mit denen der sichtbar blühenden — bis dahin betrachteten — Pflanzen. Und sohin habe ich von ihnen nichts mehr zu sagen. Was Schreber's „Miscellaneae“ betrifft, so kann ich bis jetzt nur von Arten der Gattungen Equisetum und Lycopodium, ganz dasselbe, eben ausgesprochene, Verhalten behaupten.

Meine, mit Laubmoosen angestellten, Versuche haben mich gelehrt, daß die Athmungen, welche wir bey Pflanzenblättern fanden, von diesen kleinen Gewächsen ebenfalls vorgenommen werden. Ich trage kein Bedenken, zu behaupten, daß die ganze schöne Heerde dieser lieblichen Bürger des Gewächsreiches völlige Uebereinstimmung zeige in den Athmungen, daß also alle fähig sind, Sauerstoffluft im Lichte auszuhauchen. Diese Aushauchung findet indess nur Statt, wenn die Moose — an dem sie nährenden Wasser keinen Mangel leidend — frisch und munter im Fortwachsen begriffen sind. — Wenn ich von den, in heißen Sommertagen fast trockenen, Moosen,

welche sich dann gleichsam in Ruhe begeben zu haben scheinen, einige in einen abgesperrten, mit Kohlensäureluft versetzten, kleinen Luftkreis brachte und sie in's Sonnenlicht stellte; so war es merkwürdig, den Erfolg davon zu sehen. Sie dünsteten verhältnißmäßig stark aus, und nahmen die bekannten „nächtlichen“ Athmungen in gesteigerter Masse vor (merklicher noch, als im Schatten; was im Lichte, wie ich noch bemerken muß, bey allen Pflanzentheilen der Fall ist, die der Aushauchung von Sauerstoffluft nicht fähig sind.) — Aber, Sauerstoffluft athmeten sie nicht aus.

Ich brachte Rasen von *Polytr. juniperifol.* H., *yuccaefol.* Ehrh., *aloides* H., *Dicran. purpur. ejd.*, *Meesia dealb.* Sw. so wie mehrere Arten der Gattung *Bryum* Schreb. unter kleine, mit Quecksilber gesperrte, Glasbehälter, und zwar so, daß das Metall die kleinen Stämme bedeckte, damit ich die Wirkung nur der Kapseln (mit den Borsten) auf die Luft erfahren mögte. Mehrere Versuche zeigten mir, daß diese Theile ebenfalls ohne Unterbrechung Sauerstoffluft ein- und Kohlensäureluft ausathmeten im Schatten. Im Lichte (aus dargebotener Kohlensäureluft geschiedene und) ausgehauchte Sauerstoffluft konnte ich zwar nicht recht messen; die Spuren davon waren aber weder zu verkennen noch in Zweifel zu ziehen; — was indess auch nur von jungen, der Zeitigung nach sehr fernen, Früchten der Moose gilt.

Was hier von den Laubmoosen gesagt wurde, das gilt auch von (wohl allen grünen) Lebermoosen,

namentlich von *Marchant. conica* und *polymorpha*, von *Jungerm. bicuspid.*, *bidentat.*, *complanat.*, *dilatat.* und *multifida*, welche mir zu Versuchen dienten.

Von Flechten habe ich Arten, nur der Gattungen *Parmelia* (und zwar von: *Placodium*, *Circinar.*, *Physcia*, *Lobaria*, *Polymer.*, *Canalicularia*) *Ach.*, *Usnea (hirta)* *ejd.* und *Baeomyces ejd.* dem Versuche unterworfen. Alle sind fortwährend mit dem oft genannten Austausche von Kohlensäure gegen Sauerstoffluft im Schatten beschäftigt. Auch sie geben von der ersteren weniger aus, als sie von der letzteren einnehmen. Im Lichte bleiben diese Thätigkeits-Aeusserungen ganz dieselben; vergebens bemühte ich mich, Sauerstoffluft aus diesen Gewächsen hervorzulocken; in welchem Verhältnisse ich ihnen auch Kohlensäureluft spendete. Uebrigens dünsteten sie im Sonnenscheine stark aus, und die Athmungen nehmen darin merklich zu. Bemerken muß ich endlich noch, daß ich durch Versuche bey einigen (mehr oder weniger — wenigstens im angefeuchteten Zustande) grünlich gefärbten Flechten vorzugsweise nachfragte, wegen der Ausathmung von Lebensluft; ohne andere Erfolge erhalten zu haben, als die, welche ich hier eben angezeigt habe.

Pilze (Schwämme). Diese Gewächse fordern sicherlich, um über ihre Athmungen ein allgemeines Urtheil fällen zu können, in mehrfacher Rücksicht schwierige, sehr ausgedehnte und mühsame Untersuchungen. Ich bin Willens bey mehr Musse mich denselben zu unterziehen: hier gebe ich, was ich bis

dahin gefunden habe bey wenigen Einzelwesen dieser Sippschaft von Gewächsen, bey denen der ganze Bau so mannigfaltig wechselt, auch der pflänzliche Ausdruck — wenigstens im Aeufseren — fast gänzlich sich verloren hat.

Amanita muscar. (Pers. synops. meth: fung.) ein noch junger Pilz, der nahe zwey Cubikzoll einnahm, wurde mit zwey und zwanzig Cubikzoll gemeiner (durch Quecksilber gesperrter) Luft in's Sonnenlicht (worin der neben dem Behälter des Pilzes stehende Wärmemesser im Mittel 26° R. zeigte) gestellt, nachdem er in demselben Behälter schon die Nacht zugebracht hatte. Die Sonne schien nur zwey Stunden hindurch auf denselben. Die Verminderung des Luftumfanges betrug etwa einen und einen halben Cubikzoll. Die Luft selbst bestand aus:

0,13 Kohlensäure -

0,05 Sauerstoff- und

0,82 Salpeterstoff-

mit Spuren von Wasserstoff- Luft,

deren Menge zu bestimmen unmöglich war. — Das Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, daß Pilze Wasserstoffluft aushauchen — was ich bey den übrigen Gewächsen nicht finden konnte — gebührt bekanntlich v. Humboldt. — Was den Erfolg dieses Versuches betrifft; so ist zu bemerken, daß die Athmungen durch den Einfluß des Lichtes hier zunahmen; denn im Schatten war, unter ähnlichen Umständen und in gleicher Zeit, die Veränderung

der Luft nicht so erheblich. — Amanit. umbrin. u. livida zeigten ein ähnliches Verhalten.

Agaricus rosaceus, der zwey Cubikzolle und etwas darüber einnahm, hatte siebenzehn Cubikzoll gemeiner Luft, worin er im Schatten acht und zwanzig Stunden zugebracht, so verändert, daß sich nach Ablauf dieser Zeit darin

0,18 Kohlensäure -

0,02 Sauerstoff -

0,80 Salpeterstoff - mit Wasserstoff - Luft befanden.

Agar. croc. flexuos. und eburneus, 3 noch kleine Pilze, die zusammen zwey und einen halben Cubikzoll einnahmen, stellte ich in einen kleinen Glasbehälter mit elf Cubikzoll reiner Sauerstoffluft. Die Pilze blieben im Schatten. Nach drey und zwanzig Stunden entsprach die Platz gehabte Verminderung des Luftumfanges so ziemlich drey Vierteln des eigenen Umfanges der Pilze, und die Luft selbst zeigte sich nun bestehend aus:

0,28 Kohlensäure -

0,46 Sauerstoff -

0,19 Wasserstoff: und

0,07 Salpeterstoff - Luft.

Mehrere Arten der Gattung Boletus (besonders „Suilli“), die ich eben solchen Versuchen unterwarf, verhielten sich auf ganz ähnliche Weise; das gilt auch von Lycoperdon. Die Pilze, welche ich zu diesen Versuchen bis dahin angewandt habe, nahmen die Einathmung der

Sauerstoffluft auf eine ausgezeichnete Weise vor; irre ich nicht, so bestätigt diese Erfahrung meine oben ausgesprochene Vermuthung, daß die Einathmung überhaupt in Beziehung stehe mit der Menge des, in den Gewächsen enthaltenen, Flüssigen.

Zweyte Abtheilung.

Von den Athmungen der, vom Wasser umgebenen, Gewächse.

Fünfter Abschnitt.

Thompson behauptete bekanntlich, daß nicht nur todte organische, sondern auch unorganische Körper Luft entwickeln, wenn sie unter Wasser, und damit dann in's Sonnenlicht gestellt würden. Ingenhouss schrieb zwar den todten (ausgetrockneten) Pflanzenblättern, welche er, mit Brunnenwasser bedeckt, in's Licht gestellt hatte, die Luft zu, welche ihm hierbey ausgeschieden wurde; späterhin kam er indess dieser Täuschung auf die Spur, indem er sagte ¹⁾: „das Wasser setze von der Luft, welche es enthalte, auf unorganische Körper ab.“ Diesen Behauptungen Thompson's und Ingenhouss's stellte sich, unter andern, Senebier ²⁾ mit Eifer entgegen: todte

1) Ingenhouss Vers. mit Pfl. 3 B. S. 45.

2) Experiences etc. p. 360.

Körper gaben ihm unter Wasser wohl Luft, aber nur eine sehr geringe Menge, die auch immer schlechter war, als die gemeine; Glasfäden gaben gar keine Luft; aber aus, Kohlensäure enthaltendem, Wasser sah er Sauerstoffluft im Lichte sich entbinden, wenn auch kein fester Körper darin war; und ganz richtig sagt er schon, daß die Pflanzenblätter unter dem Brunnenwasser nur Lebensluft aushauchen, weil sie Kohlensäure zerlegen, die darin enthalten ist ¹⁾. Thompson, besonders Ingenhouss sagt ²⁾, daß selbst die trockenste Flechte und die völlig trockene Tremella Nostoc unter Brunnenwasser im Lichte Sauerstoffluft aushauchen, was, wie ich schon sagte, Senebier ganz verwirft und dabey von Luft redet, die schlechter war als die gemeine. — Es würde mich zu weit führen alle Sätze zu berühren, die in vorstehender Hinsicht, besonders von diesen drey Physikern, aufgestellt und bestritten sind, und worüber Ingenhouss und Senebier selbst Krieg führten. Die Erfahrungen, welche diese Gelehrten machten, sind nach der Reihe, wenigstens so weit wir sie angezogen haben, ganz richtig, wie sich das erwarten liefs. Die Wahrheit dieses Urtheils werden meine Leser aus meinen Versuchen, welche hier bald folgen sollen, erkennen.

1) Auch Abildgard und Rafn bemerken, daß Pflanzenblätter nur unter, mit Kohlensäure geschwängertem Wasser, eine beträchtliche Menge Sauerstoffluft geben (m. vergl. Rafn's Entwurf einer Pflanz. - Physiolog. übersetzt von Markussen 1798. S. 173.)

2) Schweigg. N. Journal 16 B. S. 180.

Meine Untersuchungen, welche den Gegenstand dieser Abhandlung ausmachen, haben mich mit einer Reihe von Erfahrungen bekannt gemacht, die, soviel ich weiß, bis dahin nicht öffentlich zur Sprache gekommen sind. Dafs durch die Wirkung der Wärme (auch der durch das Sonnenlicht erzeugten), Luft aus dem Wasser geschieden wird, wenn es solche aufgelöst hat, das ist eine allbekannte Erfahrung. Eben sowohl ist es bekannt, dafs Luft ausgesondert wird aus Flüssigkeiten, während irgend ein Körper darin gelöst wird. Die genauesten und besten Versuche darüber zind ohnstreitig diejenigen, welche Ruhland vor einiger Zeit uns mitgetheilt hat. Es war mir bekannt, dafs bey und während der Lösung fester Körper in Flüssigkeiten, bey Vermischungen sehr ungleichartiger Flüssigkeiten (z. B. starke Schwefelsäure mit Weingeiste, Wasser u. s. w.) Luftbläschen sich ausschieden, dafs aber diese Aussonderung aufhörte, wenn die Auflösung (Mischung) geschehen war. Dieses geht auch aus Ruhland's Versuchen hervor und namentlich spricht er diese Meinung aus, wenn er sagt: — „ich löste Salze bis zur Sättigung in destillirtem Wasser, das schon lange mit atmosphärischer Luft in Berührung gestanden hatte, auf, und verschlofs die, gleiche Mengen Wasser haltenden Gefäße, sobald als durch das sich auflösende Salz alle Luft aus demselben getrieben war u. s. w.“ — und S. 183. „Die Beymischung von Salzen hat bekanntlich die Wirkung, dafs ein Theil der in dem Wasser enthaltenen Luft ausge-

trieben wird, so wie sich das Salz darin auflöst,“ und dergl. m. —

Ich habe aber gefunden, daß diese — die Luft austreibende — Einwirkung der Körper auf (lufthaltige Flüssigkeiten, namentlich) Wasser durch den Einfluß der Wärmen ungemein, und zwar so gesteigert werde, daß der Erfolg, der aus der bloßen Wirkung des sich lösenden Körpers bey niedrigen Wärme-graden, oder aber aus der Wirkung der Wärme allein, auf dieselbe lufthaltige Flüssigkeit, hervorgeht — mit demjenigen kaum in Vergleich zu stellen ist, welcher sich darlegt, wenn jene Einwirkungen gleichzeitig gegeben sind.“ — Der Erfolg ist in diesem Falle ungemein verschieden, nicht nur rücksichtlich der Menge, sondern auch der Beschaffenheit; was in der That merkwürdig ist und zu manchen Vermuthungen Anlaß gibt. Da durch diese Thatsache so manche Widersprüche, namentlich die im Vorhergehenden angeregten, gehoben und ihre Gründe leicht eingesehen werden können, und da sie mit unserem Gegenstande, besonders soweit wir es in diesem Abschnitte mit ihm zu thun haben, so sehr nahe Beziehungen und Verhältnisse hat; so muß ich dieselbe beweisen und meine Behauptung rechtfertigen. Wir reden demnach vorerst von der Wirkung (eigentlich der meisten im Wasser leicht löslichen, hier aber nur —) mehrerer Körper auf lufthaltiges Wasser, und gehen erst nach dieser Betrachtung an die, unter dem Wasser möglichen, Athmungen der Pflanzen.

I.

*Von der, bey verschiedenen Wärme-
Graden, verschiedenen Wirkung
einiger Körper auf lufthaltiges
Wasser.*

1.

a. Eine Glasglocke wurde mit Brunnenwasser gefüllt, umgekehrt, und mit Quecksilber gesperrt in's Sonnenlicht gestellt, welches vier und eine halbe Stunde hindurch stark auf dieselbe fiel, den Wärmemesser zwischen $28 - 31^{\circ}$ R. wechseln liefs.

b. Eine gleiche Menge desselben Wassers in einem gleichen Behälter brachte ich dem Feuer so nahe, daß der neben dieser Glasglocke stehende Wärmemesser, soviel es irgend möglich war, gleiche Wärmegrade zeigen mußte mit demjenigen, der draussen neben dem Behälter im Lichte stand. Nach Ablaufe der angegebenen Zeit wurde die Luft jedes Behälters gemessen; wobey sich ergab, daß die des Behälters a. $\frac{1}{1\frac{2}{3}}$, die des Behälters b. $\frac{1}{1\frac{2}{3}}$ des Umfanges des Wassers, dem sie entstammte, betrug. Die Untersuchung liefs bestehend finden, die Luft in:

a. aus: b. aus:

0,140 — — 0,145 Kohlensäure -

0,015 — — 0,020 Sauerstoff -

0,845 — — 0,835 Salpeterstoff - Luft.

2.

Den vorstehenden Versuch wiederhole man auf dieselbe Art, die dort angegeben ist, aber mit

einem andern Brunnenwasser. Drey Stunden über hält sich der Wärmemesser im Wechsel zwischen 28 — 29 ° R. während welcher Zeit beyde Wärmemesser so ziemlich Uebereinstimmung zeigten. Die ausgesonderte Luft betrug $\frac{1}{8}$ des Umfanges des Wassers und enthielt

in a.	in b.
0,200 — —	0,210 Kohlensäure-
0,015 — —	0,010 Sauerstoff- Luft.

In den folgenden Versuch'sbeschreibungen werde ich die Salpeterstoffluft, der Kürze wegen, nicht ferner anführen; in diesen Versuchen hatte ich es mit keinem Wasser zu thun, worin sich eine andere (als die drey genannten) Luftart wahrnehmen liefs und messen. Zu den Erfolgen, welche die, nach der bisher beschriebenen Art angestellten, Versuche ergaben, gehört noch der, daß nur Kohlensäure- und Salpetersoffluft ausgeschieden wurden, und keine Sauerstoffluft, oder nur Spuren davon. Bey demselben Verfahren kann man aber auch aus manchem Wasser eine Luft erhalten, die mehrere Hunderttheile Sauerstoffluft enthält; in welchem Falle aber die Kohlensäureluft in mehr oder weniger beträchtlicher Menge vorhanden war.

3.

1) Von dem gleichen Wasser, das dem vorhergehenden (2) Versuche gedient hatte, wurde für den gegenwärtigen genommen. Zwey Glasglocken füllte ich damit und setzte demselben soviel starker (concen-

trirter) Schwefelsäure zu, daß sie (dem Gewichte nach) $\frac{1}{78\frac{1}{2}}$ darin ausmachte. Eine davon, welche wir mit a bezeichnen wollen, setzte ich dem Lichte aus, welches den nebenstehenden Wärmemesser drey (auch ein Viertel) Stunden im Wechsel erhielt zwischen $26 - 29^{\circ}$ R. In solcher Wärme befand sich auch die zweyte, in die Nähe des Feuers gestellte Glocke, d. i. die mit b. bezeichnete. Die nach Ablaufe der schon bestimmten Zeit vom Wasser abgetrennte Luft war in a $= \frac{1}{3\frac{1}{2}}$, in b $= \frac{1}{4\frac{1}{2}}$ vom Umfange des Wassers, und es enthielt

a.	b.
0,490 — —	0,490 Kohlensäure -
0,120 — —	0,115 Sauerstoff - Luft ¹⁾ .

2) Mit gleichem Wasser, das aber hier $\frac{1}{31\frac{1}{2}}$ starker Schwefelsäure enthielt, wurde der Versuch ganz auf dieselbe Art wiederholt. Im Behälter a fand sich (nach nahe vier Stunden) eine Luftmenge $= \frac{1}{2\frac{1}{2}}$, in b $= \frac{1}{2\frac{1}{8}}$ des Umfanges des Wassers, enthaltend in

a.	b.
0,530 — —	0,530 Kohlensäure -
0,185 — —	0,170 Sauerstoff - Luft.

Diese Erfolge geben nun einen Unterschied in den Bestandtheils - Verhältnissen der in dunkler Wärme und im Lichte (bey derselben Wärme) gewonnenen

1) Hier wie im Folgenden bezeichnen diese Zahlen die Menge von Sauerstoffluft in der (von Kohlensäure - schon) gewaschenen Luft.

Luft, den ich aber bisher nicht gröfser gefunden habe, als er hier angegeben ist. Er führt zu dem Schlusse: das Licht möge einen Einfluß haben auf die Ausscheidung der Sauerstoffluft aus dem Wasser. Ich will mich aber durchaus noch nicht dafür erklären, weil ich eben so oft in, mit diesen gleichen oder ähnlichen Versuchen, entweder einen geringeren Unterschied in den, durch a und b hier unterschiedenen Luftarten fand, oder auch mehr Sauerstoffluft in der Luft b wahrnahm, als in der mit a bezeichneten. In den folgenden Versuchen mit abgezogenem und gekochtem Wasser wurde bey ganz gleichem Verfahren, als dem hier beschriebenen, eine grofse Uebereinstimmung in den Bestandtheils-Verhältnissen und auch der Menge der Luft a und b gefunden, wenn der Versuch nach Wunsche gelang (was vorzüglich in Rücksicht der Uebereinstimmung der dem Wasser zuströmenden Wärme nicht oft der Fall war, wenigstens nicht genau, so viel Mühe man diesem Ziele auch opferte); weshalb wir uns bey Beschreibung dieser Art von Versuchen nicht länger aufhalten wollen.

4.

Von gleichem Wasser, welches im vorstehenden Versuche gebraucht war, wurden drey Gefäße voll gemacht und in jedes 0,001 starker Schwefelsäure gebracht. Zwey Gefäße = a und b wurden in den Schatten, das dritte (c) aber in den Sonnenschein gestellt. Erstere standen sieben Stunden an

einem Orte, wo die Luftwärme zwischen 11° — 12° R. wechselte; der Wärmemesser neben dem dritten Gefäße stand über drey und eine halbe Stunde auf 27° — 28° . In den Behälter a hatte man eine geringe Menge, eben ausgekochten und mittelst einer Keule in dem siedenden Wasser stark gedrückten, Flachses gegeben, das unmittelbar (ohne wieder in die Luft zu kommen) in den benannten Behälter gebracht wurde. Nach der angemerkten Zeit wurden keine, irgend sich bewegende, Luftbläschen in beyden ersteren Gefäßen bemerkt, was indeß im dritten (c) Gefäße noch der Fall war. Nach der Reihe wurde die Luft gemessen und gefunden, daß die in a $= \frac{1}{34}$, die in b $= \frac{1}{79}$, in c aber $= \frac{1}{8}$ des Umfanges des Wassers sey, der in allen drey Gefäßen gleich war. Die Untersuchung der Bestandtheils-Verhältnisse zeigte in

a.	b.	c.	
0,090 —	0,090 —	0,380	Kohlensäure-
0,495 —	0,490 —	0,135	Sauerstoff-Luft! —

Es ist eine bekannte Erscheinung, daß an feste Körper, welche in lufthaltiges Wasser gestellt werden, Luftblasen sich ansetzen. Was davon die Ursache sey, wenn auch der hineingesetzte Körper wärmer ist als das Wasser, und die Blasen keinesweges durch Ausdehnung der, durch den Körper selbst mit in das Wasser gebrachten, Luft entstehen, — das kann und will ich hier nicht erklären; aber ich wollte aufmerksam darauf machen, wie merklich die Absonderung der Luft

befördert wird aus dem Wasser, durch hineingestellte Körper, welche durchaus keine chemische Einwirkung ausüben auf diese Flüssigkeit; eine Erscheinung. die sich im Folgenden noch auffallender zeigen wird.

5.

Zwey mit abgezogenem Wasser, das schon vor längerer Zeit bereitet worden, angefüllte Glasbehälter wurden in's Licht gestellt, nachdem in einen derselben (a) Flachse und Papierblättchen (die mit aller Vorsicht so genäßt waren, daß durch sie keine Luft in das Wasser gebracht wurde), hineingegeben waren. Beyde standen neben einander; in a sonderte sich $\frac{1}{43}$ (des Umfanges des Wassers) Luft ab — die immer erst in Blasen am Flachse und dem Papiere gehaftet hatte, ehevor sie an den (umgekehrten) Boden des Glases sich begab. Im Behälter b schieden sich zwar einige Blasen Luft vom Wasser ab, welche sich theils an die Gefäßwände absetzten, theils aber gleich in die Höhe stiegen; die Menge war aber so geringfügig, daß ich es der Mühe (für meinen Zweck) nicht werth erachtete, sie zu messen. Die Luft des Gefäßes a enthielt keine Kohlensäure - aber

0,18 Sauerstoff - und

0,82 Salpeterstoff - Luft.

Ich glaubte es eben nicht unmöglich, das Wasser möge aus dem (obschon in der Hitze genäßten) Flachse und Papiere noch lösliche Be-

standtheile ausziehen, welche die Ausscheidung der Luft vielleicht verursachen dürften. Doch zweifelte ich darob, und fand dafs ich daran recht gethan hatte, indem viele andere Körper (besonders die mit rauhen und unebenen Flächen) denselben Erfolg gaben. Im Wasser, das nur wenig Luft enthält, setzt sich diese sehr wenig ab am Glas, während das wenigstens bey den anderen genannten Körpern reichlich der Fall ist, was mich (da auch andere Körper, welche bey sehr glatten Flächen ein sehr dichtes (festes) Gefüge haben, minder mit Blasen bedeckt wurden, als Körper mit weniger glatten Flächen, die auch weniger dicht sind) auf die Meinung brachte, die Luft möge deshalb im Behälter a (des 4. und 5. Versuches) reichlicher erschienen seyn, weil ein Theil davon wirklich aus den Zwischenräumen der, im Wasser schwebenden¹⁾ Körper hervorgedrungen sey. Wenn aber in sehr luftleerem Wasser, an denselben Körpern, auch keine Blase Luft erscheint, was ich zeigen werde; so ergibt sich jene Meinung als ungegründet, und diese Wahrnehmung, von der wir reden, erscheint nun erst recht merkwürdig¹⁾.

1) Zum Beweise aber, dafs man Scherbenstückchen — ohne Weiteres — nicht anwenden dürfte, ohne sie einige Zeit hindurch unter siedendem Wasser schon gehabt zu haben, bemerke ich hier einen Fall, der mir bey einem solchen Versuche vorkam, worin ich — durch Wasser blos ausgetriebene — Luft aus Scherbenstücken messen und prüfen wollte; aus solchen Stücken nämlich, die absichtlich nicht genäfst waren. Gesäuertes Wasser durfte ich natürlich nicht anwenden, mindestens kein stark gesäuertes. —

6.

Abgezogenes Wasser brachte ich in's Sieden, und erhielt es einige Zeit darin, nahm es vom Feuer und ließ es in demselben Gefäße, an freyer Luft, bis zu $+ 50^{\circ}$ R. sich abkühlen. Darauf brachte ich es in mehrere Flaschen, die sogleich mit Quecksilber gesperrt wurden. Und nun wurde hineingegeben:

1. in einen Behälter (a) $\frac{1}{4150}$ (des Gewichtes des Wassers) starker Schwefelsäure, dann Flachs, lange Stücken zerbrochener Scherben und Streifen Wachspapieres. Er ward in's Sonnenlicht gestellt. — Nahe an diesen Behälter stellte ich einen zweyten mit demselben, eben so gesäuerten Wasser (b), und den dritten (c) in den Schatten (an einem warmen Sommertage): in b und c war keiner der eben genannten

In lange gekochtes, abgezogenes Wasser, dem ich, während es siedete, $\frac{1}{2000}$ des salpetersauren Ammonium zugesetzt hatte, — brachte man Scherbenstücke mancherley Art (— aber erst nach dem Erkalten des Wassers, im verschlossenen Gefäße.) Nach etwa einstündigem Stehen der Vorrichtung im Lichte (33° R.) zeigten sich ein Paar Luftbläschen an einigen Stücken zerbrochener, aus gemeinem Töpferthon gefertigter Scherben; aber aus einem Stückchen eines Steingut-Scherbens, das kaum ein Achtel eines Cubikzoll's Raum einnahm, stieg ein überaus feiner Strahl („ununterbrochen gereiht“ — fortlaufender) Luftbläschen empor, die eine ungemein zarte Luftlinie bildeten in dem Wasser, und die — außer daß sie ein Paar Mahle, auf Theile einer Secunde, verschwand — über eine halbe Stunde hinaus ununterbrochen sich wahrnehmen liefs. In dem Versuche wurde überhaupt nur, etwa ein Zehntel eines Cubikzoll's, Luft ausgesondert, wovon kaum der sechste Theil dem, in Rede stehenden, Scherbenstückchen angehören mochte! —

Körper hineingestellt. — Obschon ich alle mögliche Sorgfalt angewandt hatte und überzeugt bin, daß keine (während der Andauer des Versuches etwa auszutreibende) Luft durch die, in den Behälter a gestellten, Körper in den Versuch gebracht ist; so erschienen doch mehrere Blasen Luft, besonders am Wachs-papiere; aber keine einzige schied sich aus dem Wasser der Behälter b. und c.

2. In andere, mit demselben (aber nicht gesäuerten) und ebenso gesperrten Wasser gefüllte Glasgefäße brachte ich nach dem Erkalten bis zu etwa $+10^{\circ}$ R. ¹⁾, in verschiedenen Versuchen verschiedene Salze, saure Salze, alkalische Salze, Alkalien ($\frac{1}{8000}$ bis $\frac{1}{2000}$ und mehr), wodurch aber, weder im Sonnenscheine, noch im Schatten, aus diesem Wasser Luft abgeschieden wurde, selbst dann nicht, wenn ich fremde Körper (gedachter Art) hineingelegt hatte. Eben gesammelte, von aller äußerlich anhangenden Luft gesäuberte, Pflanzenblätter gaben, eben sowohl, auch keine Blase Luft.

3. Aber der Erfolg dieses Versuches (6.2) war schon anders, wenn man das (abgezogene, gekochte) Wasser bis zu etwa $+20^{\circ}$ R. erkalten ließ, es dann einsperrete und nach weiterem Abkühlen diesen Versuch anstellte, wie er eben beschrieben wurde.

2) Es list, um Mißverständnissen vorzubeugen, sie vielleicht nöthig, zu bemerken, daß das, bis zu 50° R. an der Luft erkaltete, Wasser in den — auf angemerkte Art verschlossenen — Gefäßen bis auf 10° R. sich abgekühlt hatte, da die Salze u. s. w. hineingegeben wurden; was unter ausgekochtem Quecksilber geschehen mußte.

Sowohl an (jenen) unbelebten Körpern als an (eben gesammelten) belebten Pflanzenblättern erschienen Luftblasen, wenn Säuren, saure und neutrale Salze dem Wasser zugesetzt worden waren. Im Schatten schied, in einer gleichen Vorrichtung, meist auch keine Spur von Luft sich ab, wie lange sie dort auch stehen mogte, wenn sie nur gut gesperret war. Die in jenen Fällen gewonnene Luft stimmte so ziemlich überein, sowohl in der Menge, als in den Verhältnissen der Bestandtheile, es mogten Pflanzenblätter in dem Wasser gewesen seyn oder jene (unbelebte) Körper. Alkalien und alkalische Salze brachten unter denselben Umständen sehr wenig oder gar keine Luft aus dem Wasser heraus.

4. Oft aber, wenn das Wasser bis zu $+ 20^{\circ}$ oder noch mehr abgekühlt war, ehe demselben die Berührung mit der gemeinen Luft abgeschnitten ward, wurde nicht nur mehr Luft in dem Behälter abgeschieden, worin viele Blätter waren; sondern auch eine an Sauerstoffluft reichere. Wir werden davon den Grund bald einsehen.

5. Bringt man in abgezogenes Wasser, das schon lange — und während es noch — siedet, plötzlich starke Schwefelsäure ($\frac{1}{1000}$ $\frac{1}{500}$ u. s. w. des Gewichtes des Wassers); so entweichen Luftblasen in unzähliger Menge womit, wenn man feste Körper in das Wasser gelegt hatte, diese um und über sich beperlen. Bringt man dieses Wasser nun sogleich in Gefäße, die mit Quecksilber gesperret und in das

Sonnenlicht getragen werden; so wird doch in keinem der bisher gedachten Fälle hier noch Luft abgeschieden; obschon doch wirklich noch welche darin ist. Denn am Lichte wird die Wärme nicht so stark, daß dadurch die Kraft überwunden werden könnte, mit der das Wasser die (geringe Menge) Luft binden muß.

6. In gekochtes Wasser, nachdem es an der Luft bis zu $+ 10^{\circ}$ abgekühlt war und man zwey Glasglocken damit gefüllt hatte, wurden (von aller Luft gesäuberte) Papierstreifen, Flachs u. s. w. und auch frische Blätter der Weinrebe, gleichviel von allen, in jedes Glas hineingegeben, und es war nur der Unterschied, daß dem Wasser

(a) im ersten Behälter $\frac{1}{41\frac{1}{2}}$ (des Wassers)

(b) im zweyten — — $\frac{1}{200}$

zugesetzt worden. Beyde standen vier und eine halbe Stunde, nahe an einander, im Sonnenscheine. Im Behälter a hatten die Blätter sehr viele gelbliche Flecken; die des anderen aber hatten kaum noch einige grüne Stellen; sowohl an diesen als an den gelben Stellen sassen, noch zu Ende des Versuches, Luftblasen, mehr doch an den ersteren, und zwar, die ganze Dauer des Versuches über, vorzugsweise an der Unterseite der Blätter. Der Umfang der Luft war von $a = \frac{1}{64}$, von $b = \frac{1}{53}$ des Wassers und es bestand

a aus:

b aus:

0,215 — — — 0,180 Sauerstoff-

0,775 — — — 0,820 Salpeterstoff-

ohne Kohlensäure-Luft. Der Grund der Verschiedenheit, welche an den beyden hier gewonnenen Luft-

arten, in Rücksicht der Menge sowohl als der Beschaffenheit, erkannt wird, fällt mit dem zusammen, der den Erfolg des obigen (6. 4) Versuchs bestimmte.

7. Säuerte ich das Wasser viel stärker, daß Pflanzenblätter darin gleich anfangen zu Grunde zu gehen; so erfolgte die Abscheidung der Luft, sowohl der Menge als der Beschaffenheit nach, im Verhältniß der zugesetzten Säure: die Blätter waren fast ohne allen Einfluß. Aus (ungekochtem) abgezogenen Wasser, worin ich Blätter gelegt, und dem ich $\frac{1}{60}$ Schwefelsäure zugesetzt hatte, entband sich in einer bestimmten Zeit eine Luft, deren Umfang geringer war, als derjenigen Luft, welche aus dem nebenstehenden, durch $\frac{1}{65}$ derselben Säure geschärften, Wasser sich entwickelte. Der stärkere Säure-Zusatz hatte auch eine an Sauerstoff reichere Luft abgeschieden; was sich umgekehrt verhielt im vorstehenden Falle.

8.

Setzt man ungekochtem (abgezogenem) Wasser geringe Mengen von (durch Sauerstoff gebildeten) Säuren hinzu; so sondert sich im Schatten, in den meisten Fällen, kaum eine Blase Luft ab, was aber (in der Wärme) im Sonnenscheine — verhältnißmäßig sehr reichlich — schon geschieht, und zwar mehr, wenn man unbelebte Körper der öfter gedachten Art hineingesetzt hat. Stellt man Pflanzenblätter hinein in dasselbe Wasser; so ist der Erfolg meist gar sehr verschieden, nicht nur der Menge der erhalte-

nen Luft nach, sondern auch der Beschaffenheit. Man kann bey diesem Verfahren den Einfluß der Blätter auf die Absonderung der Luft schätzen, was ich durch ein Beyspiel zeigen will.

Drey Glasgefäße wurden mit eben benanntem Wasser gefüllt; sie waren bis auf eine Kleinigkeit von gleichem Umfange, und in jedes brachte man $\frac{1}{4000}$ Schwefelsäure: in die zwey ersteren eben gesammelte Blätter verschiedener Pflanzen; und Streifen Wachspapieres in das dritte (c). Von den ersteren wurde das durch

a bezeichnete in die Nähe des Feuers

b und c in's Sonnenlicht

gestellt. Der Versuch dauerte drey Stunden, während welcher Zeit es mir so ziemlich gelang dem Wasser in a und dem in b und c sehr gleiche Wärme-Grade zufließen zu lassen. Der Wärmemesser zeigte zwischen $31 - 32^{\circ}$ R.; die Erwärmung des Wassers ging hier nicht weit, da die Gefäße einen beträchtlichen Durchmesser hatten. Die Blätter hatten zwar sehr gelitten, das hinderte hier aber nicht, da sie mir zu Anfange des Versuches, ehe der ätzende Einfluß der Säure sich sichtlich zeigte, zureichende Dienste hier geleistet hatten.

Die Luft des Behälters a war $= \frac{1}{127}$

— — — — — b — $= \frac{1}{85}$

— — — — — c — $= \frac{1}{130}$

des Umfanges des Wassers. Die Prüfung liefs finden, daß die Luft aller drey Behälter nur Sauerstoff- und

Salpeterstoff- — keine Kohlensäure- — Luft enthielt,
und daß von der ersteren

die Luft in a. 0,23

— — — b. 0,45

— — — c. 0,22 enthielt.

Der hier früher dargelegte Erfolg des fünften Versuches dieses Abschnittes zeigt, daß man auch mehrere Versuche, und zwar vergleichend, anstellen müsse, wenn man bestimmen will, in wie weit die Sauerstoffluft Pflanzenblättern entsprungen sey, die man mit solchem Wasser, wie es in dem eben angeführten Versuche gebraucht wurde, in das Sonnenlicht gestellt hat. Wenn diese Versuche aber etwas beweisen sollen, so müssen sie mit demselben Wasser vorgenommen werden. Denn unter ähnlichen Arten von Wasser, habe ich eine sehr große Verschiedenheit in der Menge der Luft gefunden, welche sie aufgelöst enthalten. Nicht minder erhebliche Verschiedenheit habe ich oft in den Verhältnissen wahrgenommen, in denen sie die unterschiedenen Luftarten abgeben. In dieser Hinsicht scheint mir hier viel Grund zu Untersuchungen noch gegeben zu seyn, die ich, abgesehen von dem Gegenstande, mit dem wir gegenwärtig überhaupt uns beschäftigen, wieder aufzunehmen und anzugehen gedenke.

Bis dahin redete ich meist — Säuren vor Augen habend, — nur von der Schwefelsäure, das heißt, in Rücksicht der Eigenschaft, aus anderen Flüssigkeiten Luft auszuschcheiden. Unter festen und tropfbar flüssigen Körpern ist mir keiner vorgekommen, der

diese Eigenschaft in höherem Grade — versteht sich, bey gleicher Menge — gezeigt hätte.

Die Salpeter - Salz - und oxydirte Salz - Säure (Chlorine) so wie die oxydulirte Salpeterstoffluft besitzen dieselbe ebenfalls in einem ausgezeichneten Grade, und es fragt sich noch, welcher von diesen Körpern obenan stehen muß, wenn ihre Wirkungen, von genau gleichen Massen hervorgebracht, gehörig verglichen werden. Diesen folgen alle (Sauerstoff-) Säuren, in der angezogenen Hinsicht, auf der Spur: die durch ihre Wirkung auf das Wasser in der Wärme ausgesonderte Luft ist bey weitem reicher an Sauerstoffluft als die durch bloßes Erhitzen des Wassers geschiedene, welche letztere auch in geringerer Menge erscheint.

Neutralsalze, besonders aber saure Salze, zeigen dieselbe Wirkung auf lufthaltiges Wasser, und vorzugsweise die durch Schwefel -, Salz -, oxydirte Salz- und Salpeter - Säure gebildeten. Unter diesen mögte ich den salz - und salpetersauren Salzen die stärkste Einwirkung zuschreiben; doch will ich das mit Bestimmtheit nicht behaupten, da ich auf diese Vergleichen nicht besondere Rücksicht genommen habe. Wollte man die Grade der in Rede stehenden Wirkungsart der Säuren und Salze genau vergleichen; so würde man, glaube ich, manche Säure schon von einigen Salzen übertroffen finden, was sich, wenn mir es in der Erfahrung nicht schon so geschienen hätte, schon darum vermuthen ließe, weil wahrscheinlich fast ausschließlich der Säure in den Salzen die hier betrachtete Wirkung zuzuschreiben seyn dürfte, und

eben in dieser (Wirkung) bey verschiedenen Säuren — eine verschiedene Mächtigkeit wahrgenommen wird, die aber z. B. selbst bey der (nicht mehr sauer schmeckenden, aber Lackmus noch röthenden) Benzoesäure und der (auch die Curcuma bräunenden) Boraxsäure auf entschiedene Weise sich noch äußert.

Alkalien, alkalische Salze, Metallkalke, die schwefelige Säure, oxydirte (nicht „oxydulirte“) Salpeterstoffluft (Salpetergas), die Blausstoff-, Blausstoff-Wasserstoff-, Schwefel-Wasserstoff-Luft und vielleicht alle hierher gehörige Wasserstoff-Verbindungen (mit Ausnahme der Salzsäure — wenn sie eine solche (Chlorin-Wasserstoff) Verbindung seyn sollte) unterscheiden sich auffallend von jenen Körpern, wenn man sie, genau wie es mit letzteren der Fall war, auf (besonders auf wenig) Luft enthaltendes Wasser einwirken läßt. In einer Menge, darin jene (Säuren u. s. w.) verhältnißmäßig viel Luft schon abscheiden, sind diese dazu — in der Regel noch lange — nicht im Stande; so daß sie jenen, in der vorliegenden Rücksicht, ganz entgegengesetzt scheinen. Aus der Einigung der hier genannten Körper entstehen, was sich vermuthen ließ, Verbindungen, die in der gedachten Wirkung auf das Wasser von ihren näheren Bestandtheilen sich nicht unterscheiden (— z. B. sogen. blausaure-, schwefelwasserstoffsäure- u. s. w. Salze).

Eine Menge dieser Verbindungen gehören zu einer Klasse von Körpern, die Kastner (Einleitung u. s. w. S. 97.) sehr gut unter den Begriff „salzartiger Phlogistisirung“ stellet; als die vorzüglicheren will ich hier

nur die Zusammensetzungen nennen aus (Metalloid- und) Metalloxyden und Metallen mit jenen Wasserstoff-Verbindungen ¹⁾, und die chemischen Leberarten (welche, gleich einigen — von einem der obigen Sätze, Ausnahme machenden — Salzen [z. B. schwefelsaures Eisenoxydul] eine mächtige Anziehung zur (besonders Sauerstoff-) Luft an den Tag legen, und dadurch schon eine schwächere, Luftaustreibung wirkende, Kraft haben müssen).

Die unter allen jenen Körpern Statt habende Verschiedenheit, die wir hier betrachteten, ist aber, wie es sich wohl von selbst verstehen mag, nur dem Grade nach, auf eine merkwürdige Art vorhanden. Aus abgezogenem Wasser, in welches ich verschiedene Körper hinein gestellt hatte, entwickelten, verhältnißmäßig schon — beträchtliche Mengen von Aetzkali noch gar keine Luft, während nach einem Zusatze von $\frac{1}{40}$ desselben Körpers, und Hinstellen in die Wärme, alle im Wasser befindliche Körper mit unzähligen Blasen überall bedeckt wurden. — Ich führte oben Schwefeloxyd - und Salpeterstoffoxyd - Luft — als den Alkalien u. s. w. ähnlich wirkend — auf und es ist wohl kaum nöthig, daß ich bemerke, daß man bey ihrer Wirkung auf das Wasser den Antheil vom Erfolge abzuziehen habe, den die (während des Versuches sich bildende) Schwefel- und Salpeter- Säure hervorgebracht haben könnte.

1) welche Kastner, wie ich doch glaube, nicht minder gut seiner „Phlogitisirung“ unterordnet (vergl. dessen „Einleitung“ S. 96).

Doch brechen wir hiervon ab. Ich glaube, daß die vorliegende Betrachtung hinlänglich im Stande ist, zu zeigen, woran es lag, daß so manche, auf unseren Gegenstand sich beziehende Erfahrung, obschon wahr an sich, doch verkannt, falsch gedeutet und selbst hartnäckig bestritten worden ist. Wir haben durch diese Betrachtung nun fest und sicher gefusset, was durchaus geschehen mußte, wenn wir gründlich reden wollten von der Luft, welche unter dem Wasser wirklich durch Gewächse hervorgebracht wird.

II.

Von der Luft, welche von, unter Wasser sich befindenden, Gewächsen (oder deren Theilen) durch Athmungen hervorgebracht werden kann.

Ingenhouss redet an mehreren Stellen seines öfter genannten Werkes von einer, durch Athmungen der, unter Wasser und im Schatten sich befindenden, Pflanzenblätter — erhaltenen Luft, die schlechter gewesen ist, als die gemeine. Dieser Meinung dieses würdigen Mannes muß ich widersprechen; sie ist ohne Grund. — Läßt man Pflanzenblätter lange Zeit unter Wasser stehen, so geben sie endlich eine große Menge Luft, was aber Folge gänzlicher Auflösung der schon längst der Lebenskraft beraubten Blätter ist; eine Erscheinung, die Ingenhouss hier gewisslich nicht gemeint hat.

Es bleibt mir kein Zweifel, daß diese Luft, welche die Blätter angeblich aushauchten, durch diese

in das Wasser gebracht wurde, daß sie denselben äußerlich angehangen hat, und durch das, während des Versuches immer mehr und mehr zunehmende, Zerfließen des Wassers an diesen, annoch mit Luft überzogenen, Stellen der Blätter abgeschieden, als (anscheinlich ausgeathmete) Luft oben im Behälter sich gesammelt hat. — Das nothwendige Abkehren der gemeinen Luft von den Blättern, die zu solchen Versuchen gebraucht werden, ist oft, wenn man sie nicht geradehin mißhandeln will und darf, sehr schwierig, häufig reicht zwar leises Schütteln und Pinseln derselben unter dem Wasser hin, oft aber muß man zum Drücken und Reiben seine Zuflucht nehmen, das so zarten Gebilden schwerlich wohl bekommen kann.

Im Allgemeinen kann man indess diesem Umstande in sofern einigermaßen ausweichen, daß man an Blätter sich hält, an denen das Wasser leicht zerfließt; indem die Versuche mit den verschiedensten Blättern doch einen übereinstimmenden Erfolg geben. Wenn Wasser die Pflanzen, die sonst in Luft leben, umgibt; so ist ihnen das sicher ein unbehaglicher Zustand, der folglich so viel als möglich, vielmehr gemildert, als unterhalten oder gar unterstützt, werden muß. Wenn es irgend möglich war, habe ich daher in den folgenden Versuchen die Blätter an den zugehörigen Zweigen sitzen lassen; öfter habe ich auch Zweige unter Glasglocken voll Wassers — ohne sie abzuschneiden — gebogen, wie es früher bey den Athmungen solcher belaubten Zweige in Luft angemerkt wurde.

Dafs wir wieder auf jene „nächtliche Athmung“ zurückkommen. —

In reines gekochtes und in verschlossenen Gefäfsen erkaltetes Wasser habe ich öfters Pflanzenblätter gebracht und, nachdem ich sie an einen schattigen Ort gestellt, bald längere, bald kürzere Zeit darin gelassen. Dafs ich keine Luft, auf die schon gedachte Art, hineinbringe, dafür trug ich natürlich Sorge. — So oft ich solche Versuche auch anstellte, so gaben die Blätter doch nie, nicht einmal eine Blase Luft, welche sichtbar gewesen wäre.

In einigen Fällen, besonders wenn viele und besonders abgeschnittene Blätter in ein solches Wasser gebracht worden waren, das zu Anfange des Versuches durch Kalkwasser nicht getrübt wurde, bemerkte ich, dafs dieses Wasser dadurch nach zwölf, sechzehn bis vier und zwanzig Stunden, bald mehr bald weniger merklich, getrübt wurde. Ich überzeugte mich bald, dafs die Niederschläge (Trübung) wirklich von Kohlensäure herrührten. — Diese konnte durch nächtliche Athmung hervorgebracht seyn. Aber es blieb mir sehr wahrscheinlich, dafs sie nicht so sehr ganz eigentlich durch Athmungen, wie wir sie kennen gelernt haben, als vielmehr durch ein, durch Kränkeln (so zu sagen) bedingtes Hervortreiben, aus zerknickten oder auf andere Art verletzten Stellen — vielleicht nur — des einen oder anderen Blattes, — entstanden seyn mögte. Für diese Vermuthung spricht auch der Umstand, dafs sich nur dann eigentlich eine wahrnehmbare Menge der genannten Säure zeigte,

wenn viele Blätter in wenig Wasser gebracht, also etwas zusammengedrängt wurden.

Gekochtes, in verschlossenen Gefäßen erkaltes, Wasser sättigte oder schwängerte man so mit reinster Sauerstoffluft, daß solche über vierzehn Tage hindurch (in dem mit Quecksilber wohl gesperrten Gefäße) über demselben stehen blieb. Hierauf brachte man in dasselbe abgeschnittene Blätter und belaubte Zweige. Wie ich es eben sagte, fand ich es auch in diesem Wasser; im Ganzen aber war hier die Trübung nicht merklicher, als dort. Daraus schliesse ich, daß die Blätter unter diesen Umständen wirklich doch dem Wasser Sauerstoffluft, die man darin aufgelöst hat, entziehen und dafür Kohlensäureluft aushauchen; daß diese Ausathmung aber nie so beträchtlich erscheine, daß die austretende Luft in der Form von Blasen sichtbar wird. Die Kohlensäureluft strömt aber — was auch bedacht werden muß — in feinen Strahlen aus, — und ist im Wasser leicht löslich! —

Reden wir nun von den, unter Wasser Statt findenden, Athmungen unter dem Einflusse des mächtigen Sonnenlichtes. Und zwar zuerst von der Luft, welche, mit abgezogenem Wasser bedeckte, Blätter hier hervorbringen.

Durch einige der vorhergehenden Versuche machte ich darauf aufmerksam, daß aus solchem Wasser, besonders auch wenn es mit einer Säure oder einem Salze versetzt und in's Licht gestellt war, nachdem man darin Blätter in einem, unbelebten Körper im anderen Falle, hineingelegt hatte, — eine an

Sauerstoffluft — oft sehr bedeutend — reichere Luft gewonnen wurde. Es wurde auch gezeigt, daß dieser Einfluß der Blätter auf die hervorgebrachte Luft aufhörte, wenn mit einem so gesäuerten Wasser gearbeitet wurde, in welchem diese Blätter eine Lebens-Verrichtung vorzunehmen, wenig oder gar nicht mehr im Stande waren (m. vergl. 6 Vers. (4. 6. 7.) und 8.

Diese Erscheinung hat nun ihren Grund in der, in solchem Wasser vorhandenen, Kohlensäureluft. Das wird sich dem Leser durch die noch folgenden Versuche überzeugend ergeben. Man mögte vielleicht fragen, wie es zugehe, daß unter dem genannten Wasser die Blätter mehr und reinere (an Sauerstoffluft reichere) Luft hervorstossen, wenn Säuren oder Salze zugesetzt worden waren? — Ob das wirklich der Fall sey, das heißt, ob unter diesen entgegengesetzten Umständen die Blätter durch einen solchen Zusatz reinere (und selbst mehr) Luft ausathmeten, wenn man die Luft genau abrechnet, welche ohne Zuthun der Blätter (durch den bloßen Zusatz, wovon ich die so merkwürdige Mächtigkeit der Wirkung gezeigt habe) hervortrat, ist aber eine Frage, die wir mit „nein“ beantworten. Bedient man sich nämlich nur eines und desselben Wassers zu solchen Versuchen, die vergleichend angestellt werden müssen; so wird jeder genaue Arbeiter, wenn er die Luft, wie gesagt, vom Erfolge abzieht, welche die Säure oder das Salz vom Wasser nur abscheidete, — unverzüglich unserer Meinung beystimmen. Ruhland behauptet

zwar geradehin das, was jene Frage aussagt; er hat aber nicht geglaubt, daß die geringe Menge der Körper, die er dem Wasser zusetzte, für sich allein eine solche Wirkung auf das Wasser haben könnte, wovon ich aber, hoffe ich, meine Leser zureichend überzeugt habe.

Wenn Schriftsteller, welche mit Untersuchungen über die Athmungen der Blätter unter Wasser sich beschäftigten, ziemlich einstimmig aussagen, daß man durch die, mit abgezogenem (und selbst gekochtem, aber an freyer Luft erkaltetem) Wasser bedeckten, Blätter immer nur eine Luft gewinne, welche schlechter, höchstens eben so gut sey, als die gemeine; so lag dies im Ganzen nur in ihrem Verfahren, mit welchem sie zu Werke schritten. Es können so manche Umstände obwalten, welche hier Täuschung hervorgebracht haben. Ich erinnere nur an die Fähigkeit der Blätter, die sie mit so vielen unbelebten Körpern gemein haben, die Abscheidung der Luft des Wassers selbst zu befördern (welche an Sauerstoffluft immer um so ärmer ist, je reiner das Wasser von fremdartigen Körpern (also auch von Kohlensäureluft) ist); und an dasjenige, was ich über den Umstand sagte, daß man, vieler Vorsicht ungeachtet, doch so leicht gemeine Luft selbst in das Wasser bringt, von der die Blätter nicht befreyet wurden.

Aus mehr als einem Grunde muß der Erfolg so ausfallen, wie ich ihn eben schilderte, wenn man eine übergroße Menge von Blättern in das Wasser bringt; was schon deshalb fehlerhaft ist, weil bey

weitem der größte Theil derselben dann im Schatten ist, und dieser Theil der Blätter nun zu dem Erfolge, den man erwarten dürfte, nicht nur nichts beyträgt; sondern oft demselben obendrein noch Unrichtigkeiten beygibt. In welchem Verhältnisse Ruhland bey seinen Versuchen die Blätter in das Wasser brachte, habe ich aus seiner Angabe nicht errathen können. Er sagt darüber ¹⁾: „Ihr (der Blätter nämlich) Volum betrug in allen Versuchen ungefähr die Hälfte desjenigen des Glases, und jedesmal — u. s. w.“ was, genau genommen, nicht wohl möglich ist.

Wenn ich durch Pflanzenblätter, die mit abgezogenem Wasser bedeckt, dem Lichte ausgesetzt waren, Luft erhielt; so bestand diese immer mehr oder weniger übereinstimmend, aus etwa gleichen Theilen Sauerstoff- und Salpeterstoff- Luft. Es versteht sich, daß ich, gemeines, abgezogenes (sohin viel Luft enthaltendes) Wasser anwendend, nur dann mit Gewissheit über die, wirklich durch die Blätter hervorgebrachte, Menge und Beschaffenheit der Luft urtheilen konnte, wenn ich den Versuch, in jeder Hinsicht, genau „vergleichend“ anstellte. Wie dies geschah und geschehen konnte, ergibt sich genügend aus unserer vorhergehenden Betrachtung. — Da die Ausathmung der Luft hier allein von der Kohlensäure abhängig ist; so muß in lange gekochtem, und bald darauf zum Versuche verwandtem, Wasser auch bald wenig, bald gar keine — wenigstens nicht mehr

1) Schweigg. N. Journal 14 B. S. 365.

mefsbare — Luft durch hineingelegte Blätter erzeugt werden können; — was sich denn auch ganz so verhält.

Oben sagte ich (I. 8. dies. Abschnitt.) dafs Alkalien, alkalische Salze u. s. w. noch lange keine Luft absondern aus dem Wasser, aus dem (eine gleiche Menge) Säuren und Salze diese in erheblicher Menge schon ausscheiden. — Setzt man ein mit z. B. Aetzkali versetztes Wasser an das Sonnenlicht, so ist eine gröfsere Wärme nöthig, eine bestimmte Menge Luft aus dem Wasser zu scheiden, wenn das Kali durch alle darin befindliche Kohlensäure noch nicht gesättiget wurde, und eine um so geringere Wärme, je mehr das Kalisalz (Kohlensaures Kali) sauer blieb. Und dies, entschieden noch sauer gebliebene, Wasser erfordert, damit dieselbe Menge Luft abgeschieden werde, eine gröfsere Wärme, als dasselbe Wasser, dem aber kein Kali zugesetzt wurde. Es geht hieraus hervor, dafs man auch einem sehr lufthaltigen (z. B. Brunnen-) Wasser leicht einen Zusatz machen kann, der die Luftabsonderung verhindert, und zwar an einem Orte und in einer Wärme, wo dasselbe, daneben stehende, aber ohne jenen Zusatz gelassene, Wasser schon, mehr oder weniger reichlich, Luft entweichen läfst. Diese Bemerkungen war ich, da sie mit dem Folgenden in Beziehung stehen, hier zu geben noch schuldig.

Es werden von unserm Ruhland ¹⁾ ein Paar

1) Schweigg. Journ. 14 B. S. 367. 68.

Versuche erzählt, denen ich, wenn ich sie so mir vorstelle, wie sie dort gegeben, d. h. beschrieben werden, widersprechen muß. Ich setze dabey voraus, daß dieser Chemiker an jedem Tage eines und desselben Brunnenwassers sich bediente, daß er die damit bedeckten Blätter an einen Ort stellte, wo das Licht gut wirken konnte u. s. w. Um auf diese Versuchserfolge zu kommen, so sagt Ruhland „daß Blätter keine Blase Luft ausgehen haben, wenn dem Brunnenwasser, das sie bedeckte, $\frac{1}{800}$ des reinen (ätzenden) oder des vollkommen gesättigten kohlensauren Kali zugesetzt, und dasselbe dem Lichte ausgestellt worden sey.“

Wenn ich einem Brunnenwasser, selbst solchem, das schon etwas an der Luft gestanden, sohin Kohlensäureluft mehr oder weniger abgegeben hatte, — die angeführte Menge ätzenden Laugensalzes zusetzte, so reichte diese Menge nie hin, alle vorhandene Kohlensäure in Beschlag zu nehmen: das Wasser blieb durchgängig entschieden sauer. Die durch das Sonnenlicht hervorgebrachte Wärme entwickelte aus diesem Wasser viel weniger Luft, als aus dem nebenstehenden gleichen, aber nicht mit Kali versetzten, Wasser.

Zwey gleiche Behälter wurden mit Brunnenwasser gefüllt, in einen derselben brachte man Pflanzenblätter, in den andern Streifen, von aller Luft befreieten, Wachspapieres, und dann $\frac{1}{519}$ ätzenden Laugensalzes. Das Wasser enthielt, wie die Prüfung mit Lackmuslösung zeigte, noch freye Kohlensäure. Nach vier und ein halbstündiger Einwirkung des stark strahlenden Lichtes fand sich in demjenigen Behälter,

worin die Blätter waren, eine, nahe um den Umfang der letzteren, größere Menge Luft, als in dem andern; wovon diese 0,13 — jene aber 0,25 Sauerstoffluft enthielt.

So war nun auch der Erfolg und nicht anders, vielmehr im Besonderen noch erheblicher, wenn man solchem Wasser eine so geringe Menge eines alkalischen Salzes zusetzte; wie das auch wirklich nicht anders seyn kann. Ich habe auch abgezogenem Wasser irgend ein Alkali zugesetzt, dieses mit Kohlensäureluft aber, die dem Wasser zugeführt wurde, übersättiget; darin athmeten Blätter noch Lebensluft aus: wurde es genau gesättiget (neutralisirt), so kam die Luft nur aus dem Wasser.

Wie ich schon angemerkt habe, gewann Ruhland eine reinere (an Sauerstoffl. reichere) Luft, wenn er dem Brunnenwasser Säuren oder Salze beygegeben hatte, als wenn das, bey demselben Wasser, nicht geschehen war. Es war sehr natürlich, daß dieser Naturforscher auf jene Ansicht kam, die ich schon mitgetheilt habe, und daß er, im Eifer für Wahrheit, die demselben aber hier — zu großem Theil wider sein Verschulden — mehr abseiten blieb als uns, — geneigt sich äußert, es „absurd“ zu nennen, wenn man behauptete, daß die Kohlensäure von den Pflanzen zerlegt werde.

Da er nun gefunden hatte, daß Alkalien unter denselben Bedingungen, als Säuren und einige Salze im vorstehenden Falle, die Athmungen der Blätter unterdrückten; so mußte auch dies billig erklärt werden. —

Seine früher dargelegte Erklärungsart war schon elektrochemisch; er kehrt sie für die Deutung der Wirkung der Alkalien hier gleichsam nur um, sagend „Und so erklärt es sich, warum nicht bloß Ammonium, Kalk und andere auf die Kohlensäure wirkende Basen die Sauerstoff-Exhalation der Blätter unterdrücken, sondern jeder Körper dieses mehr oder weniger vermag, wenn er, wie kohlsaures Kali oder Alkohol ¹⁾, zwar kein Verhältniß zu der Kohlensäure des Brunnenwassers, aber wohl eines zu den Blättern hat, indem er gegen diese nun wieder basisch auftritt, und dadurch sie in ihrem Prozesse völlig unterdrückt.“

Indefs, die einfache Thatsache, daß die Blätter nur Sauerstoffluft ausathmen, wenn Kohlensäure ihnen zu Gebote steht, läßt jene, ohnehin auf falschem Grunde ruhende, Ansicht nicht zu, und wir müssen sie verwerfen, so lieblich sie dem Uneingeweihten sonst auch zusprechen dürfte. — Aber, wenn (gesättigtes neutrales) kohlsaures Kali als Grundlage („basisch“) zu den Blättern sich verhalten soll; so sieht man in der That doch auch noch nicht ein, warum nicht jedes andere Neutralsalz (z. B. salpetersaures Kali, salzsaures Ammonium u. s. w., welche die ganz entgegengesetzte Wirkung des kohlsauren Kali zeig-

1) Weingeist soll nämlich, in ähnlichem Verhältniß [$\frac{1}{2000}$ des Wassers] dem Brunnenwasser zugesetzt, die darin gelegten Blätter verhindert haben, Luft auszuhauchen. — Wahrscheinlich aber ist es nur unterlassen, die (viel größere) Menge anzugeben; — denn jene ($\frac{1}{2000}$ des Wassers) hindert die Ausathmung nicht.

ten) sich eben dieser Herrschaft über die Blätter bedienen. — Doch, weiter zur Sache!

Ich ließ reines Wasser sieden, füllte es heiß in Flaschen, deren Hals dann unter Quecksilber gebracht wurde. Nach dem Erkalten leitete ich Kohlensäureluft durch das Quecksilber in die Flaschen, die dann fleißig geschüttelt wurden. Vergleichende Versuche zeigten, daß hier immer noch Luft im Sonnenlichte ohne Zuthun der Blätter vom Wasser abgetrennt wurde, die aber nur, im Durchschnitte, ein Viertel, sel- tener halb soviel Lebensluft enthielt, als die gemeine Luft und durch Kohlensäure ausgesondert war.

Es wurde aber jetzt reines Wasser in's Sieden gebracht und, während es kochte, demselben $\frac{1}{7000}$ starker Schwefelsäure plötzlich hinzugegossen. Das Kochen wurde noch einige Zeit unterhalten; dann füllte man die siedende Flüssigkeit in Glasglocken, die auch sogleich mit Quecksilber geschlossen wurden. Nach dem Erkalten mochte ich nun Pflanzenblätter hineinbringen, welche ich wollte („fleischige“ ausgenommen); so zeigte sich an ihnen, wie stark auch das Licht brannte, nimmer eine Blase Luft. Nach einigen Stunden zeigten manche Blätter schon Flecken, welchem Uebelstande durch die folgende Zurichtung des Wassers begegnet wurde.

Während jenes Wasser, nachdem die Säure schon zugeschüttet war, noch kochte, setzte ich demselben reines Ammonium hinzu und ließ die Flüssigkeit wiederum einige Zeit sieden; worauf sie geprüft wurde, ob das schwefelsaure Ammonium, das sie nun

enthielt, genau ausgeglichen (neutral) sey; was der Fall seyn mußte. Es versteht sich, daß ich die Flüssigkeit in genau verschlossenen Gefäßen erkalten ließ. Nachdem dies geschehen war, habe ich eine Menge verschiedener Blätter hineingebracht, oder die öfter genannten unbelebten Körper; zwey solcher, so vorgerichteter, Behälter stellte ich dann in's Sonnenlicht. Diesen setzte ich späterhin noch, da an keinem Gegenstande auch nicht ein Mahl eine Spur von Luft sich abschied; — verschiedene Salze hinzu, wobey ich von $\frac{1}{8000}$ derselben bis zu $\frac{1}{50}$ u. s. w. stufenweise fortging. Eine gleiche Reihe von Versuchen ging ich durch mit den meisten Säuren, aber keiner dieser Körper scheidete, wenn ich mit Sorgfalt die beschriebenen Vorrichtungen getroffen hatte „eine Spur von Luft.“ Die Blätter verhielten sich, obschon sie gar nicht litten, gerade nur wie unbelebte Körper, in so fern sie auch kein Bläschen Luft hervorbrachten.

Ein Paar Mahle zeigte sich zwar, obschon nur hie und da ein Bläschen, Luft, diese hatte ich indess selbst in das Wasser gebracht, wenn ich z. B. luft- oder dunstförmige Körper demselben zusetzte, die von gemeiner Luft nicht rein, oder in Wasser gelöst, waren, welches mehr oder weniger lufthaltig war. Es erschienen in solchen Fällen, z. B. bey Anwendung der phosphorigen Säure, der Salzsäure, der oxydirten Salzsäure u. s. f. — im Durchschnitte [an den unbelebten Körpern nicht mehr Blasen, als an den Blättern. Freylich habe ich in ähnlichen Fällen etwa zehn bis

funfzehn Luftbläschen sich absetzen sehen an Blätter, während kaum ein Paar an Papier sich setzten; aber an den meisten Blättern haften die Luftblasen auch — und am häufigsten an der Unterseite derselben — viel leichter und früher, als an den leblosen Körpern, deren ich mich bediente.

Ich will hier nun einige Versuche beschreiben, welche zeigen sollen, wie ganz anders der Erfolg der vorbeschriebenen Versuche ausfällt, wenn (statt irgend eines Salzes, irgend einer Säure — außer der zu nennenden —, oder irgend eines Körpers) „Kohlensäure“ den Pflanzen dargeboten wird. — Da man indess gewiss gern erfahren mögte, wie die „oxydirte Salzsäure“ (Chlorine) wirkt, wenn sie unter gleichen Umständen als Kohlensäure mit Blättern in Berührung tritt, — um so mehr, da aus dem oben beschriebenen Verhalten derselben, im dunstförmigen Zustande, noch nicht völlige Ueberzeugung gewonnen werden konnte; so will ich auch ein Paar solcher, mit diesem Körper angestellter Versuch näher bezeichnen, um zugleich noch einige Bemerkungen anzuknüpfen.

Bey den folgenden Versuchen füllte ich die siedende Flüssigkeit, welche in den meisten Fällen zwischen $\frac{1}{1000}$ bis $\frac{1}{500}$ Schwefelsäure enthielt, (deren eigenthümliches Gewicht = 1,793 war und) die auf die schon beschriebene Art mit Ammonium gesättiget war, in Flaschen, in welche ich dann unter Quecksilber die zu nennenden luft- oder dunstförmigen Körper hineinleitete nachdem die Flüssig-

keit mehr oder weniger sich abgekühlt hatte. Nun sah ich mich genöthiget, wohl verschlossen aus dem Quecksilber sie hervorzuziehen, stark zu schütteln und dann in die, zu den Versuchen bestimmte, Behälter die Flüssigkeit zu bringen; was an und in gemeiner Luft geschehen mußte.

Ich glaube nicht, daß, bey der kurzen Dauer dieser Berührung mit der Luft, die Flüssigkeit so viel von letzterer aufgenommen haben kann, daß sie bey der Wärme, welche erstere nur irgend am Lichte erlangen konnte, hätte wieder abgeschieden werden können. Ich liefs ohnehin, meist dieser zu fürchtenden Lufteinsaugung wegen, die Wärme der Flüssigkeit nicht zu sehr herabfallen; wodurch ich das vorgesteckte Ziel errungen zu haben glaube, um so mehr, da die Flüssigkeit in diesem Zustand (und vorzüglich des gelösten Salzes wegen) nur verhältnißmäßig wenig Kohlensäureluft mehr löset, zu der sie doch eine unweit größere Anziehung — als zu den Bestandtheilen der Luft — an den Tag legt.

Wasser nun, worin auf besagte Art schwefelsaures Ammonium gelöst worden war, wurde mit dunstförmiger oxydirter Salzsäure ($\frac{1}{3}$ des Umfanges des Wassers bey der Wärme desselben von $+ 14^{\circ}$ R.) stark geschüttelt. Die Flüssigkeit mogte, einer ungefähren Schätzung zu Folge, ein Vierzehntel ihres Umfanges aufgenommen haben. Es wurden vier Glasbehälter damit gefüllt und in zwey derselben verschiedene frische Pflanzenblätter, in die übrigen Papierstreifen und getrocknete, aber

völlig in heißem Wasser aufgeweichte, Pflanzenblätter hineingebracht. Von den beyden ersteren war der eine mit a, der andere mit a a, von den letzteren der eine b, der andere b b, bezeichnet.

Die Behälter a und b stellte ich in's Sonnenlicht, wo der Reaumur'sche Wärmemesser, neben diesen Gefäßen, und in derselben Richtung, als sie stehend — vier und drey Viertel Stunden hindurch, im Mittel drey und dreyßig Grade zeigte. So lange die Blätter (in a) ihre natürliche Farbe noch nicht veränderten, erschien keine Luftblase. Während aber die Blätter anfangen zu erbleichen, begann auch eine sehr träge Luftentwicklung, wesche indess an Tagen, wo das Licht nicht ununterbrochen und so heftig brennend war, wie an diesem, sohin die Flüssigkeit minder erwärmt wurde, kaum durch zehn bis funfzehn Bläschen sich offenbarte. — Mühsam mußte die Luft gesammelt werden. Durch genaue Messung fand ich, daß sie $\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{3}$ des Umfanges der Flüssigkeit und nahe ein Drittel des Umfanges der Blätter an Raum einnahm. Die, soviel und soweit es möglich war, genaue Prüfung zeigte, daß diese Luft enthielt:

0,05 Sauerstoff-

0,95 Salpeterstoff - Luft.

Das war die Menge und Beschaffenheit der Luft des Behälters a. Auf die Kenntniß der Verhältnisse der Sauerstoff - und Salpeterstoff - Luft der, im Behälter b abgesonderten, Luft habe ich, der

geringeren Menge wegen, Verzicht leisten müssen. Bey ihrer Abscheidung in Blasen hafteten beynahe eben so viele von diesen an dem Papiere, als an den todten Blättern. Ihr Umfang entsprach zwey Dritteln des Umfanges der Luft im Behälter a, und sie bestand, nahe zur Hälfte, aus dunstförmiger oxydirter Salzsäure.

Wenn man diesen Dunst, der durch Wärme abgeschieden worden ist, abzieht; so ergibt sich, daß aus der Flüssigkeit, welche in a und b enthalten war (durch die vereinte Wirkung der Wärme und des Dunstes) ein Drittel der Luft, welche in a gewonnen wurde, erhalten ist und daß somit zwey Drittheile davon betrachtet werden müssen, als seyen sie durch die, im Absterben begriffenen, Blätter hervorgebracht.

Die Behälter aa. und bb. hatte ich einer dunkeln Wärme ausgesetzt. So lange der neben ihnen stehende Wärmemesser ähnliche Grade zeigte, als der am Lichte stehende, bemerkte man nach zwey Stunden etwa zehn bis fünfzehn Luftblasen an den Blättern in aa, noch keine in bb. Da die Blätter des ersteren doch schon bleich waren, vermehrte ich die Wärme der Umgebung der Behälter. Die Menge der in aa gewonnenen Luft entsprach der in a, und die der in bb gewonnenen der in b erhaltenen so ziemlich genau. Erstere (aa) enthielt keine (dunstförmige) oxydirte Salzsäure; dieser Dunst betrug aber über die Hälfte der (bb) letzteren

Luft. Erstere enthielt eine Menge Sauerstoffluft, welche 0,03 wenigstens nicht überstieg, überdem

0,08 Kohlensäure.

0,89 Salpeterstoff - Luft.

Aus diesen Erfolgen, welche auch andere Säuren geben (unter diesen Umständen), wird man zu dem Schlusse bewogen, daß sie eine Entstickstoffung der Pflanzen bewirken mögen. Die Thatfachen gehen aber dabey so in's Kleine, daß sie kaum etwas beweisen können. Und erheblichere Ernte, als die dargelegte, läßt sich hier nicht wohl vermuthen; was aus der Natur der Sache klar genug erscheint. — Da aber während der Luftentwicklung die Blätter im Absterben begriffen, oder schon abgestorben waren, so ist es am wahrscheinlichsten, daß die aus denselben hervorgekommene Luft mehr mechanisch als chemisch — nur ausgedrängt worden ist; wofür auch die geringe Menge derselben (in Beziehung auf den Umfang der Blätter) allerdings zu sprechen scheint.

Wenn man Luft aus frischen, gesunden Pflanzenblättern durch das Pressen scheidet; so enthält diese selten mehr Sauerstoffluft, als 0,19 — im Mittel. So fand ich sie z. B. häufig in fleischigen Pflanzen. Ich meine hier aber die Luft, welche — als solche — in den Blättern enthalten ist, und durch starkes Pressen und völliges Zerdrücken nur ausgetrieben werden kann. Es ist mehr als wahrscheinlich, daß während dieser Be-

handlung der Blätter Sauerstoffluft eingesogen, und dadurch die ausgepresste Luft verändert wird ¹⁾).

Ein ähnlicher Grund bedingte zweifelsohne die Entstehung der, an Sauerstoff- so armen Luft in den vorstehenden Versuchen; denn dem absterbenden Pflanzentheile waren alle Bedingungen zur Einsaugung der geringen Menge von Sauerstoffluft, deren er habhaft werden konnte, gegeben. Ich habe diese Bemerkungen hier angeknüpft, um die Art des Ursprunges (wenn nicht aller, doch mindestens des gröfseren Theiles) der Salpeterstoffluft, welche man durch Athmungen der Pflanzen gewinnen kann, anzudeuten. Es ist doch schwer begreiflich, dafs diese Luft in Blättern, welche im Allgemeinen keine Bildungstheile, welche stickstoffhaltig sind, besitzen, aus diesen —

1) Es sind Versuche vorhanden, welche gezeigt haben, dafs die in grossen Höhlen der Pflanzen vorhandene Luft mit der gemeinen ganz übereinstimmt, was freylich, wenn die, in völlig offenen Gewächshöhlungen, z. B. in den Hülsen der *Colutea arborescens* L., dem Kelche des *Hibiscus Trionum* L. und dergl. m. — enthaltene Luft in Rede steht, nichts weniger ist als ein Wunder! — Wenn sie indess in den Stengelhöhlen, z. B. von *Borago officinal.* *Sonch. oleraceus*, *Conium maculat.* u. s. f. *), dieselbe Zusammensetzung zeigt als die gemeine Luft; so ergibt sich daraus mindestens, dafs es der Luft gar leicht seyn mufs, das Pflanzengewebe zu durchdringen. Denn, fände nur eine Nacht keine Gemeinschaft der äufseren (gemeinen), mit dieser eingeschlossenen, Luft Statt; so würde diese schon eine grofse Verschiedenheit zeigen von jener (gemeinen Luft).

*) Bidault de Villiers in „Annales de chimie“ T. 888. p. 89. (vergl. a. Trommsdorff's Journal d. Pharmacie 24 B. 1 St. S. 346.

mehr oder weniger festen — Mischungstheilen abgeschieden werden sollte.

Ueber den Ursprung der ausgehauchten Salpeterstoffluft läßt sich freylich Vieles für und wider sagen. Mir ist es ganz wahrscheinlich, und ehevor nicht bessere Gründe vom Gegentheile mich überzeugen können, halte ich fest an der Meinung, daß die unter dem Wasser aus den Blättern hervorkommende Salpeterstoffluft, als solche (Luft) in denselben gewesen sey. Was für diese meine Meinung als ein Wort zu seiner Zeit erscheint, ist, daß die Menge der aus den Blättern erhaltenen Salpeterstoffluft, den Umfang der ersteren (Blätter) nicht übersteigt. Aus annoch belebten (grünen) Pflanzentheilen tritt diese Luft nie allein hervor; und wenn sie, wie in den folgenden Versuchen, in Gesellschaft mit Sauerstoffluft zu Tage gefördert wird; so muß dies wohl durch das Eintreten der Kohlensäureluft in die Pflanze geschehen, und durch das darauf folgende Austreten der Sauerstoffluft, welche aus jener gebildet wird.

Da ich auf diesen Gegenstand nicht wieder zurückkomme; so muß ich darüber hier noch einige Aussprüche Ruhland's und Saussure's berichtigen. Der Erstere sagt, um auch seine Ansicht der Athmungen durch bloßen Austausch der Luftarten dadurch noch zu bekräftigen: „Wie durchaus allgemeiner die Wirkung der Kohlensäure gefaßt werden müsse, gehe ohnehin auch schon daraus hervor, daß die Blumen, nach Saussure's eigenen Versuchen, die absorbirte Kohlensäure nicht durch Sauerstoff, sondern

durch Stickgas ersetzen, eben so, nach desselben Chemikers Beobachtungen, in einer Atmosphäre, welche keine Kohlensäure enthält, die Pflanzen auch weit weniger Stickgas geben“ u. s. w. ¹⁾). Das erstere, daß nämlich die Blumen eingenommene Kohlensäure durch Salpeterstoffluft ersetzen, klingt anfänglich wirklich sonderbar genug! Ruhland hat diesen, so wie den anderen, Ausspruch Saussure's auf Treue und Glauben angenommen; obschon sie beyde ganz ungegründet sind.

Die Blüthen athmen, wie schon gesagt worden ist, Sauerstoffluft ein, und Kohlensäure- und Salpeterstoff-Luft, letztere in sehr geringer (obschon, in Beziehung auf die gleichnamige Ausathmung anderer Pflanzentheile, in größerer) Menge — aus. Der Umfang der eingeathmeten Luft entspricht genau demjenigen der ausgehauchten; z. B. die Dolde der Möhre (*Daucus Carota*) athmete, nach Saussure's eigener Angabe 2,1 Mahle ihren Umfang an Sauerstoffluft ein und hauchte eben soviel Kohlensäureluft, weniger 0,3 dieser Luftmenge, das ist $2,1 - 0,3 = 1,8$ — aus; und diese 0,3 waren Salpeterstoffluft. Man sieht also, daß nicht, oder mindestens nur sehr uneigentlich, gesagt werden kann, daß die Blumen — die nach meinen Versuchen die ihnen dargebotene Kohlensäureluft auf keine Weise einnehmen — diese Säureluft einathmeten und Salpeterstoffluft dafür aushauchten. Saussure nimmt

1) a. o. a. O. 14 B. S. 370.

aber ohne Weiteres an, daß die Sauerstoffluft, für welche nicht die gleiche Menge Kohlensäureluft ausgehaucht worden, als Kohlensäure (gebundene) in dem Pflanzentheile vorhanden ist; eine Meinung, die noch lange nicht erwiesen ist, und eben so viel wider als für sich hat, und die, wie es mir scheint, erst gründlich beurtheilt werden kann, wenn das geheimnißvolle Weben im Innern der Gewächse mehr enthüllet ist. — In wie fern diese Meinung Grund und Anwendung findet bey den fleischigen Pflanzen, darüber haben wir oben umständlich geredet; man erinnere sich auch, daß der natürliche Haushalt dieser Pflanzen eine „wirkliche (Einsaugung) Einathmung“ der Kohlensäureluft verlangt, wenigstens doch zeigt.

Was den Satz betrifft, daß die Blätter in einer wenig Kohlensäure - enthaltenden Luft auch nur wenig Salpeterstoffluft aushauchen; so hat dieser zwar Grund, aber nicht, was Saussure eigentlich damit sagen will „daß nämlich (im Lichte) die Blätter in einer Umgebung, worin Kohlensäureluft ist, fast im Verhältnisse dieser, die sie entmischen, Salpeterstoffluft aushauchen ¹⁾.“ Er hat dies aus den Erfolgen jener Versuche geschlossen, wo Pflanzen (*Lythrum Salicaria*, *Mentha aquat. L.* u. s. w.) in der mit Kohlensäure - vermengten Luft, angeblich so viel von jener Luftart ausgeathmet haben sollen. Wir haben aber gesehen, daß diese Erfolge auf einer Täuschung beruhen.

1) Saussure a. a. O. S. 61.

Eben dieser Schriftsteller sagt ferner: „die durch Blätter unter Wasser erhaltene Sauerstoffluft sey zu Anfange immer weniger verdorben, als die später gewonnene. Dies beweiſe, daß die Salpeterstoffluft aus den Blättern selbst komme.“ Das wäre aber doch ein Beweis, der schwerlich genügen könnte. Denn Sausſure bediente ſich des Quellwassers, das mit der in Rede stehenden Luft reichlich geschwängert ist, und während der Erwärmung am Lichte dieselbe abgibt. — Der Beweis, daß diese Luft aus den Pflanzentheilen komme, und in welcher Menge dies überhaupt geschehe, ist noch nicht geführt worden, was aber, durch die hier folgenden Versuche, sollte ich doch glauben, überzeugend genug geschehen soll; indem ich zugleich den Beschluß des angefangenen Beweises „daß Pflanzen nur dann Sauerstoffluft aushauchen, wenn Kohlensäureluft, ihnen dargeboten ist (im Lichte)“ —, liefere.

Abgezogenes Wasser wurde einige Zeit gekocht und siedend in eine große Flasche gefüllt, worin es, verschlossen durch Quecksilber, erkaltete bis zu $+ 16^{\circ}$ R. Sehr reine Kohlensäureluft lieſs man nun hineinsteigen in die Flasche, damit dann auch gleich, stark und anhaltend, das Wasser durchgeschüttelt wurde. Ich unterhielt indess die Berührung dieser Luft mit dem Wasser, bis dieses bis zu $+ 12^{\circ}$ R. Wärme abgegeben hatte. Darauf schüttete ich es unverzüglich in zwey Glasglocken, legte, von aller äußerlich anhangenden Luft, durch sorgfältige Nässung, wohl befreiete Blätter und belaubte Zweige in das Wasser

des einen (a); Wachspapier, Werg, ausgekochte — also unbelebte — Blätter u. dergl. mehr, in dasjenige des anderen Behälters (b), und verschloß diese Umgebung der genannten Körper durch Quecksilber.

Beyde Glasbehälter wurden nun, mit diesem ihren Inhalte, in das Sonnenlicht getragen, und zwar an einem Tage, da dasselbe kräftig brannte. — Des erwarteten Erfolges gewiß, konnte ich, nach einer kurzen Zeit, meinen Vorrichtungen mich nur nähern, und über die Erscheinungen mich freuen. Zwey Stunden hindurch entstanden an den Blättern des ersten Behälters (a) Luftblasen, die bald sich losrissen, um neuen Platz zu machen; während auch kein Bläschen sich zeigte an irgend einem Gegenstande des anderen Behälters (b). Da nun aber ein Paar Luftblasen im letzteren sich zu zeigen anfangen, wurden beyde Vorrichtungen plötzlich aus dem Sonnenlichte zurückgezogen, und die Luft, welche die Blätter hervorgebracht hatten, gemessen und geprüft. — Sie hatte fast den dreymaligen Umfang der Blätter, war frey von Kohlensäure-, und bestand aus

0,78 Sauerstoff-

0,22 Salpeterstoff- Luft! —

Den Behälter b stellte ich aber wieder in's Licht; es sonderten sich bey zunehmender Wärme des Wassers, das er enthielt, zwar noch mehrere Blasen Luft, die aber höchstens ein Achtzehntel des Umfanges derjenigen betrug, welche die Blätter erzeugt hatten, und enthielt, etwa den dritten Theil ihres Umfanges, Kohlensäure-, übrigens Sauerstoff- und

Salpeterstoffluft, davon erstere höchstens 0,10 betragen konnte.

Der Erfolg dieses Versuches ist schon völlig ausreichend, das zu beweisen, was ich zu beweisen versprach. Ich habe aber noch eine Reihe von Versuchen angestellt, deren Gemeinerfolg mit dem des vorstehenden mir nichts zu wünschen übrig liefs. Es wurde dabey eben so verfahren wie im vorstehenden Falle; aber statt des blos gekochten Wassers ein solches angewandt, worin, auf die schon beschriebene Art, schwefelsaures Ammonium in verschiedenen Mengen - Verhältnissen (und dann Kohlensäureluft) aufgelöst worden war. Z. B.

Diese Flüssigkeit wurde, da sie bis zu $+ 15^{\circ}$ R. abgekühlt war, ¹⁾ mit etwa einem Fünftel ihres Umfanges Kohlensäureluft zusammengerüttelt, und zum Versuche angewandt, da ihre Wärme (während der Berührung mit dieser Säure, die auch so bereitet werden muß, daß sie wenig oder keine gemeine Luft eingemengt enthält) bis auf $+ 12^{\circ}$ herabgefallen war. Die Blätter brachten im Lichte in drey bis vier Stunden etwa zwey Mahle ihren Umfang an Luft hervor, während in dem, neben diesem stehenden, Behälter (b), der nur unbelebte Körper enthielt, selbst in mehreren Tagen auch keine Blase Luft

1) In verschlossenem Gefäße nämlich, in welches die Flüssigkeit gefüllt wurde, während sie noch siedete.

sich zeigte, viel weniger in vier Stunden. Die Luft enthielt auch keine Kohlensäure - — übrigens

0,77 Sauerstoff-

0,23 Salpeterstoff- Luft.

Wenn ich eines Wassers zu diesen Versuchen mich bediente, welches mehr des oft gedachten Salzes enthielt, und wenn ich es, während dasselbe den Reaumur'schen Wärmemesser höher steigen liefs, als auf $+10—12^{\circ}$, — mit der Kohlensäure anschwängerte; so löste es nur eine geringe Menge dieser Säure. In diesen Fällen athmeten dann die Blätter nur wenig Luft aus, natürlich, weil es an der Kohlensäure fehlte. Aus den Gründen, die ich, in Betreff des Ursprunges der ausgehauchten Salpeterstoffluft, entwickelt habe, ist es klar, dafs die hier gewonnene Luft ein geringeres Verhältnifs der Salpeterstoff- zur Sauerstoff- Luft — haben mufs, wenn eine gröfsere Menge jener Säureluft die Entstehung einer gröfseren Menge Lebensluft bedingt, als wenn der umgekehrte Fall Statt findet. Und dies bestätigt nicht nur unsere Meinung vom Ursprunge der ausgehauchten Salpeterstoffluft; sondern erklärt auch, wie es zugehe, dafs das Verhältnifs der Bestandtheile der durch Blätter ausgehauchten Luft wechselnd erscheinen könne, doch so wechselnd, dafs der Umfang der Salpeterstoffluft nie den Umfang der, dieselbe ausgebenden, Blätter übersteigt.

Ich brauche es wohl kaum noch zu bemerken, dafs die Blätter überall keine Luft unter diesem Was-

ser aushauchen konnten, wenn ich die darin gelöste Kohlensäure mehr oder weniger genau durch ein Alkali wieder sättigte. Es ist also klar, „dass man durchaus den Pflanzenblättern diese Säure darbieten müsse, wenn sie Sauerstoffluft aushauchen sollen.“

Wenn ich nun aber meinen Lesern das Verhalten fleischiger Pflanzen darlege, das sie, rücksichtlich der Athmung unter Wasser — im Lichte an den Tag legen; so werden sie darin die Bestätigung und Bewahrheitung dessen hoffentlich finden, was ich oben, bey Betrachtung der Besonderheiten dieser Gewächse (in ihren Athmungen nämlich, die sie in luftförmiger Umgebung vornehmen) zu entwickeln bemühet war. — Ich habe verschiedene Arten solcher fleischigen Pflanzen in höchst luftleeres Wasser (worunter ich hier durchgängig jenes, mit schwefelsaurem Ammonium versetzte, verstehe) gebracht und dem Lichte ausgestellt; sie entwickelten hier eine Menge Luft, die mit ihrem Umfange mehr oder weniger im Verhältnisse stand, eine Menge, die sich vorher bestimmen liefs, wenn man mit den früheren, in der Luft Platz gehabt, Athmungen des Gewächses (weshalb man sich beliebig dessen erinnere, was ich über die nöthige „Vorbereitung“ [zu entscheidenden Versuchserfolgen] bey diesen Pflanzen sagte) bekannt war.

Aber, noch mehr! — diese Pflanzen athmeten mir eine Luft aus, die in Menge und Beschaffenheit mit der eben gedachten mehr oder weniger übereinkam, wenn ich dem eben erwähnten Wasser ein Alkali zusetzte, oder ein alkali-

sches Salz, mit vorherrschender Grundlage. Die ausgehauchte Luft, welche aus Sauerstoff- und Salpeterstoff-Luft bestand, enthielt in verschiedenen Versuchen 0,50 bis 0,75 von der ersteren. Und das beweist unter andern doch wohl auch, daß die Pflanzen die Kohlensäureluft nicht aushauchen, um sie dann erst zu zerlegen? — eine Meinung, die wir oben bestritten haben. Denn, würde diese Luft hier haben austreten wollen aus der Pflanze; so wäre sie augenblicklich gute Beute für das Alkali, — verlornen Schatz für die Pflanze, — gewesen. —

Zu Ende meiner Betrachtung der Athmungen der, mit Wasser umgebenen, Pflanzenblätter, erwartet man zweifelsohne auch ein Wort über den näheren Ursprung der den Blättern entsteigenden Luft. — Ich meine den Weg, den diese nimmt, wenn sie aus dem Gewächse hervortritt.

Wenn man die mannigfaltigen Versuche Bonnet's ¹⁾ überschauet; so ist man doch mindestens geneigt zu glauben: „daß die Blätter durch die Spaltöffnungen wässerige Flüssigkeit einsaugen können.“ Das deutete man bekanntlich auch aus dem Gesamterfolge dieser Versuche. Der „einsaugenden Thätigkeit“ dieser Oeffnungen, wurde widersprochen, und die

1) C. Bonnet „Recherches sur l'usage des feuilles d. l. plant. 1754. p. 1.

„aussondernde“ an ihre Stelle gesetzt. Im Allgemeinen gibt man zwar die Möglichkeit des Beysammens Seyns beyder Thätigkeiten zu, doch sucht man auch die eine oder die andere vorzugsweise geltend zu machen, was — wie es mir scheint — das für und wider dieselben Bekannte nur für eine Reihe von Einzelwesen als richtig erkennen läßt; bey weitem nicht für alle. Mindestens kommen diesen Theilen im Allgemeinen doch wohl beyde genannte Thätigkeiten zu: in besonderen Fällen bald die eine, bald die andere im höheren Grade.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß auch andere, von den hier berührten verschiedene, Thätigkeiten durch diese Oeffnungen vollbracht werden; ich meine hier nämlich blos die Einsaugung und Aussonderung (dunstförmiger) wässeriger Feuchtigkeit (wovon letztere gemeinhin — wie auch erstere — mit Sauerstoff- Salpeterstoff- und Kohlensäure- Luft stark geschwängertes Wasser ist). So hat es ja Link ¹⁾ wahrscheinlich gemacht, daß auch andere Körper, als jene Feuchtigkeit, von ihnen abgesondert werden dürften. — Wenn man bedenkt, daß nicht nur alle Pflanzentheile ausdünsten, denen doch die Spaltöffnungen fehlen (Wurzeln, Stengel, Blumen und Früchte), wenigstens am häufigsten auch den letzteren zu fehlen pflegen; sondern daß auch die ganze Sippschaft derjenigen unvollkommenen Gewächse, denen diese

1) Nachträge zu den Grundlehren d. Anatom. u. Physiolog. d. Pflanz. S. 35. u. folg.

Oeffnungen fehlen (das Kraut der Laub- und Leber-Moose, die Flechten und Pilze) allerdings — wie ich gefunden habe — ausdünsten; so ist doch das immerhin merkwürdig, daß eine der, den Spaltöffnungen zugeschriebenen, Thätigkeiten so oft auch ohne jene möglich ist. Das ist nun, dünkt mich, wohl ein Grund zum Schlusse auf „auch andere“ Thätigkeitsäußerungen derselben, als die allgemein angenommenen. Uebrigens zeigte jüngst Treviranus, durch eine Reihe vortrefflicher Versuche (a. o. a. O.), „daß mindestens, wo Spaltöffnungen seyen, auch vorzugsweise“ Ausdünstung „Statt finde.“

Aehnliche Gründe wie diejenigen, welche ich eben bemerklich machte, haben wahrscheinlich Sprengel¹⁾ zu der Behauptung gebracht: „daß die in Rede stehenden Oeffnungen zur Aufnahme luftförmiger oder vielmehr elektrischer und polarisirender Stoffe bestimmt seyen,“ — eine Meinung, die Link²⁾ auf Einhauchung der Luftstoffe beschränkt wissen will. — Aber man wird hier nicht aufhören zu streiten, so lange man eine einseitige Verrichtung schlechterdings sucht, — So stützt sich der erstere Naturforscher ganz besonders darauf, daß die Spiralgefäße mit den Poren der Oberhaut in so merkwürdiger Verbindung stehen; was doch nicht ohne Ausnahme ist, da sich Spaltöffnungen finden ohne Gefäße, und letztere

1) Sprengel a. a. O. S. 193.

2) Link's kritische Bemerkungen u. s. w. S. 26.

erstere. Dies letztere zeigte auch kürzlich Treviranus (G. R.)¹⁾ an *Utricular. vulgaris* und *Lemna gibba*, dabey äußernd „dafs, wenn Gefäße und Poren immer beysammen sich zeigten, sich vermuthen liesse, dafs jene Röhren (Gefäße), wenn auch nicht luftführend, doch mitwirkend wären bey der Respiration der Pflanzen, indem die Poren wahrscheinlich einen wichtigen Antheil hieran hätten.“

Und dies hat mir allerdings so geschiene. Da ich der Luftentbindung der Pflanzenblätter unter einem reinen, nur wenig Kohlensäure - — keine andere — Luft enthaltenden Wasser zusah (also das bekannte Absetzen der Luft (des Wassers) an Blätter nicht zu fürchten hatte), erschienen fast ausschliesslich dort Luftblasen, wo die Spaltöffnungen sich finden, und kein Blatt hat mir dies überzeugender gezeigt, als das der Weinrebe. Dies bedeckt sich in solchem (Kohlensäure enthaltendem) Wasser an der unteren Seite mit vielen und recht grossen Blasen, wenn es im Lichte steht. Wo ich Spaltöffnungen auf beyden Flächen fand, da sah ich unter den genannten Umständen auch gleich grosse und gleich viele Luftblasen entstehen, an einer Seite wie an der andern.

Blätter aber, die nur auf einer Seite diese Oeffnungen haben, zeigen nichts desto weniger auch auf der, jener Poren ermangelnden, Seite Luftblasen, die aber nicht nur später, sondern auch langsamer und in viel geringerer Menge, erscheinen als jene und (fast durchgängig)

1) Vermischte Schriften u. s. w. S. 155.

auch beträchtlich kleiner sind. Dafs letztere Luftblasen nicht etwa dennoch aus dem Wasser sich nur abgesetzt haben, wird dadurch bekräftigt werden, dafs ich zeige, dafs Gewächse ohne Poren Luft ausathmen. Und im Allgemeinen sind diese, aus porenlosen Gewächstheilen hervorgehenden, Luftblasen alle klein (gleich den aus porenlosen Blattflächen hervorgehenden). Er läßt sich demnach mit Bestimmtheit sagen: „wo! grüne Pflanzentheile (denn Blumenblätter mit Spaltöffnungen athmeten unter Wasser doch keine Luft aus) Poren haben, da athmen sie auch Luft aus“; aber keinesweges „umgekehrt.“

Saussure läßt ohne Weiteres die Luft aus den Spaltöffnungen kommen. Senebier wollte sie bekanntlich aus den Rippen und Nerven der Blätter kommen lassen. An diesen bemerkt man die Luftblasen indels am seltensten, und ich glaube nur dann, wenn das Wasser übermäfsig viel Luft enthält, oder wenn die daran hängende Luft (gemeine), die davon gemeinlich schwerer vertrieben wird als von den, durch Zellen gebildeten, übrigen Theilen der Blattflächen, erst nach der Bedeckung dieser mit Wasser — sich ausdehnend die Blasenform annimmt. Aber nahe an den Rippen, noch mehr an den zarten Nerven der Blätter sah ich häufig die ersten Blasen entstehen. Die Blätter der Weinrebe bedecken sich, wie es scheint, deshalb so ausgezeichnet mit diesen Luftkugeln auf der Unterseite, weil dieselbe fast nur Gefäfsnetze und Spaltöffnungen zeigt.

Ich unterzog mich nun auch einer Reihe von Versuchen mit Aesten, Zweigen und Blüthen, so wie mit Früchten und Wurzeln. Ich bediente mich dabey eines höchst luftleeren Wassers in einem, und desselben, aber mit Kohlensäure versetzten, Wassers im anderen Falle. Der Kürze wegen will ich die Erfolge im Allgemeinen angeben.

In reinem Wasser gewährte ich, weder an Aesten noch Zweigen und Blumenblättern irgend eine Ausathmung im Sonnenlichte, viel weniger im Schatten. Eben so verhielten sie sich in dem mit Kohlensäureluft angeschwängerten Wasser, die jüngeren, noch mehr oder weniger grünen, Triebe ausgenommen, die allerdings noch Sauerstoffluft ausathmen; obschon es in geringer Menge nur geschieht. Nirgends hat man mehr Mühe, die anhangende Luft von den Flächen zu entfernen, als bey den meisten Blumenblättern; wobey man sich demnach sehr in Acht zu nehmen hat, daß man sich nicht täusche.

In reinem Wasser nehmen aber schon die Früchte eine Luftentwicklung vor, die alle Aufmerksamkeit verdient. Sie hauchen hier, ohne einzuathmen, Kohlensäure - und Salpeterstoff - mit — gemeinhin nur Spuren von — Sauerstoff - Luft aus. Um ein Paar Beyspiele aufzuführen; so gaben:

- 1) Beeren der *Sorbus aucupar.* L., die schon etwas gefärbt waren, im Sonnenlichte,, dem sie nahe vier Stunden ausgesetzt gewesen, 0,1 ihres Umfanges an Luft = 0,41 Kohlensäure -
0,59 Salpeterstoff - Luft.

2) Aepfel (im August - Monate) gaben am ersten Tage eine nur sehr geringe Menge von Blasen (oft noch gar keine); daßs ich sie nicht wohl prüfen konnte; am zweyten Tage, nach vierstündigem Stehen am Lichte, kam die entwickelte Luft einem Achtel des Umfanges der Früchte gleich und enthielt

0,31 Kohlensäure -

0,06 Sauerstoff -

0,63 Salpeterstoffluft.

Aehnliche Erfolge gaben mir mehrere Früchte; wenn sie der Zeitigung minder fern waren; so fehlte endlich auch fast alle Sauerstoffluft in dem Ausgeathmeten.

In diesem Zeitraume hängt auch die Luftentwicklung offenbar mehr von der Wärme ab, als vom Lichte (ohne Wärme). Und dann beweist sie uns hier nichts mehr, indem sie rein chemische Wirkung ist, ohne allen Einfluß der Lebenskraft des Pflanzentheils.

Bringt man, wenig herangewachsene, Früchte (Fruchthüllen) in das mit Kohlensäure beladene Wasser; so können sie allerdings noch Sauerstoffluft aushauchen, obschon nur in einer Menge, die den Umfang des, dieselbe hervorbringenden, Pflanzentheiles gemeinhin nicht erreicht. — Sie enthält eine geringe Menge Kohlensäureluft, die aber fast ganz dem Wasser entsprungen ist. Uebrigens besteht sie aus Sauerstoff- und Salpeterstoff- Luft, wovon erstere den um so größeren Theil ausmacht, je zarter (je mehr von der Reife entfernt) die grüne Frucht noch ist.

Der Aushauchung von Sauerstoffluft, durch Umwandlung der Kohlensäure, sind die Wurzeln durchaus nicht fähig. — Gleich den, der Reife mehr oder minder sich nähernden, Früchten geben sie am Lichte anfänglich langsam nur und sehr wenig Luft aus, in sehr kleinen Blasen. Nachdem sie auch am zweyten Tage vier oder fünf Stunden dem Lichte (das den Reaumur'schen Wärmemesser auf $+ 28 - 30^{\circ}$ bringt) ausgesetzt gewesen, haben sie im Allgemeinen eine Menge Luft ausgegeben, die einem Viertel ihres Umfanges selten gleich kommt, oft ein Sechstel, ein Achtel u. s. w. desselben beträgt. Ihre Bestandtheile sind nur: Kohlensäure- und Salpeterstoff-Luft, davon die erstere dreißig, vierzig und auch wohl noch über fünfzig Hunderttheile zu betragen pflegt. —

Diese Aushauchung von Kohlensäure- (und Salpeterstoff-) Luft, die wir auch in dem Falle bemerkt haben — vorzüglich bey Wurzeln — wenn sie in eingeschlossener Luft athmeten, und zwar dann, wenn in ihrer Umgebung keine (einzuathmende) Sauerstoffluft mehr vorhanden war, ist mir noch auffallend geblieben. Ich schreibe sie zwar einer — daß ich mich so ausdrücke — „Kränklichkeit“ zu, die mir als ein Uebel hier erscheint, das durch (freye) Sauerstoffluft leicht geheilet und gehoben wird, dafern sie nur bald dem kränkenden Pflanzentheile dargeboten wird. — Diese Erklärung aber befriediget, dünkt mich, den wissbegierigen Forscher nur zu wenig. Indessen, die Erscheinungen fordern sie gleichsam so;

denn eine Wurzel, welche bald aus der, der Sauerstoffluft ermangelnden, Umgebung an die freye Luft kommt, athmet nun wieder wie vorher.

Es ist mir jetzt nun noch übrig, die Erfolge vorzutragen, welche einige der Gewächse unter dem Wasser am Lichte mir gegeben haben, welche der letzten Abtheilung des Linne'schen Pflanzen-Systems angehören.

Polypodium vulgare L., *Aspidium Filix mas* und *A. femina* Sw., *Scolopendr. officinar.* Sw., *Adianth. Capillus* L. und *Lycopodium clavatum* L. athmeten unter einem mit Kohlensäure versetzten Wasser Sauerstoffluft aus. Aber in der Menge der ausgehauchten Luft schienen sie es dem Kraute sichtbar blühender Gewächse nicht gleich zu machen. Arten der Gattung „*Equisetum*“ verhalten sich zweifels-ohne eben so, da sie in luftförmiger Umgebung dasselbe Verhalten an den Tag legten, und, wie ich später gefunden habe, die Pflanzentheile, welche in der Luft die Kohlensäure zerlegen, dies auch unter der, dieselbe enthaltenden Wasserdecke auszuführen vermögen. Einen genauen Versuch habe ich, da er kaum möglich ist, mit ihnen nicht angestellt, indem das Wasser an den, mir zu Diensten stehenden, Arten so sehr wenig zerfließt.

Laub - und Leber - Moose entwickeln eben so wenig, wie vorstehend genannte Gewächse, auch nur Spuren von Luft, wenn sie unter höchst luftlee-

rem Wasser sich befinden, welches Salze und Säuren, welche man nur immer will (außer Kohlensäure), enthalten kann. Bedeckt man sie hingegen mit reinem, mit Kohlensäureluft geschwängerten, Wasser; so entrollen den Blättchen die kleinen Blasen von Luft im Lichte. Diese Luft, die hier, soweit es sich schätzen läßt, aus beyden Blattflächen in gleicher Menge hervortritt, ist derjenigen gleich, welche aus den Blättern anderer Pflanzen, unter denselben Bedingungen, ausgesondert wird: mehr aber hinsichtlich der Beschaffenheit als der Menge.

Aus meinen mit einigen Wasserfäden (*Confervariularis*, *bullosa* und *canalicularis*) und *Batrachospermum moniliforme* angestellten Versuchen ziehe ich die Schlussfolge: daß diese und hierher gehörige Gewächse ebenfalls nur Sauerstoff- (und sehr wenig Salpeterstoff-) Luft — die sehr rein ist — aushauchen, wenn Kohlensäure im Lichte ihnen gespendet wird, —

Die Flechten, deren ich, Behufs der Erforschung des Einflusses ihrer Athmungen auf die Veränderung der gemeinen Luft, mich bediente und die ich oben bezeichnete, haben mir, nachdem ich sie unter sehr luftleerem und unter eben solchem, aber mit Kohlensäure geschwängerten, Wasser dem Lichte ausstellet, in einem ganzen Tage überhaupt keine Luft ausgehaucht. Brachte ich diese Gewächse erst dann in's Licht, wenn sie schon 24 — 30 Stunden unter dem Wasser zugebracht; so athmeten sie nun, in etwa vier Stunden, ein Fünfzehntel, ein Zehntel,

bis — doch seltener — ein Viertel ihres Umfanges an Luft aus, welche, wenn nicht völlig derselben, doch einer ähnlichen Ursache als derjenigen zugeschrieben werden muß, welche, unter denselben äusseren Verhältnissen, aus Wurzeln und Früchten diese Luftentwicklung zunächst bewirkt. Denn diese wie jene besteht aus Kohlensäure - und Salpeterstoff - (ohne Sauerstoff -) Luft. Setzt man Alkalien in diesen Versuchen (mit luftleerem Wasser) dem Wasser hinzu, so erhält man, da jene mit der ausgeathmeten Kohlensäureluft sich sättigen, eine geringere Menge Luft; — dies abgerechnet, haben diese Körper weder einen hemmenden, noch sonst einen, Einfluß auf die auszuathmende Luft. — Die Bemerkung, daß dieses Letztere eben sowohl für Säuren und Salze gilt, dürfte hier wohl kaum noch nothwendig seyn.

Nachschrift.

Durch einen Zufall kommt es, daß ich auf eine Abhandlung des Herrn Prof. Muncke „über die Wiedererzeugung des Sauerstoffgas der atmosphärischen Luft“ — (Gilb. Annal. 33 B. S. 428. und 34 B. S. 296.) — erst jetzt stosse, nachdem ich die Handschrift des vorliegenden Werkes an die Verlagshandlung schon eingesandt hatte. — Es war mir gewissermaßen willkommen, eine recht gute Zusammenstellung dessen hier zu finden, welches die Geschichte des Gegenstandes der vorliegenden Schrift betrifft; — diejenigen meiner Leser, welche hierüber Kunde einzuziehen wünschen, verweise ich auf diese e. a. Abhandlung.

Die Erfolge der Untersuchungen des Hrn. Muncke widersprechen den meinigen auf eine ganz auffallende Weise, da ihnen zu Folge, durch das Gewächsleben, dem Luftkreise alle verzehrte Sauerstoffluft ersetzt wird — wie das folgende Urtheil des gedachten Forschers beweisen mag. — Es sagt derselbe nämlich¹⁾: „daß die Vegetation das

¹⁾ Gilb. Annal. 34 B. S. 336.

einziges Mittel sey, wodurch die consumirte Quantität Sauerstoffgas in der Atmosphäre wieder ersetzt werde; und daß dieses Mittel eine genügende Quantität zu liefern vermöge, das sey nun wohl keinem Zweifel mehr unterworfen.“

Die, mit meinen Untersuchungen bereits bekannten, Leser mögen nun zwar ohne große Schwierigkeit, den Grund dieser Verschiedenheit der Erfolge, auffinden können; — dessen ungeachtet wollen wir doch ganz kurz denselben angeben, und zu zeigen suchen, daß jene Schlüsse des Herrn Muncke aus seinen Versuchen keineswegs folgen. Denjenigen meiner Leser, welchen diese unbekannt geblieben sind, muß ich zu dem Ende einen der vorzüglichsten davon hier vorzeichnen.

In eine Entbindungsflasche schüttete Herr Muncke²⁾ Gartenerde, säete Pflanzensamen darein, verschloß nach einigem Heranwachsen der Pflänzchen, das Gefäß, und brachte den Inhalt dieser Flasche mit dem einer andern (in — oder vielmehr auf — Wasser hangenden), worin Phosphor verleuchtete, in Verbindung: um dadurch Sauerstoffluft aus diesen Behältern zu entfernen³⁾. Aus dem Gewichte des, zu Ende des Versuches, verbrannten Phosphor's und der in den Gefäßen noch vorhandenen Menge von

2) a. a. O. S. 315.

3) Der Verfasser hatte die Absicht, zu verhüten, daß die Sauerstoffluft in größerer Menge sich anhäufe, als in derjenigen, darin sie in der gemeinen Luft vorhanden ist, — vermuthend, daß Pflanzen weniger Sauerstoffluft ausathmen in einer Luft, die an jener reicher ist, als die gemeine.

Sauerstoffluft, wurde der Umfang der, durch die Pflanzen ausgeathmeten, Lebensluft berechnet, und dieser auf Geviertzolle gewöhnlich bestellter Ackerfläche bezogen. Für einen Geviertzoll Erdfäche fand Hr. Muncke hier eine Entbindung von 0,9 Würfelzoll (C^{''}) Sauerstoffluft — in 24 Stunden.

Es wurden nun ähnliche Versuche (S. 322.) auch so angestellt, daß, statt des Phosphor's, Stubenfliegen Sauerstoffluft aus dem Luftkreise der Pflanzen entfernen mußten, wobey — nach vorhergegangener Bestimmung der, in bestimmter Zeit, durch jene Fliegen verzehrten Menge von Lebensluft — für einen Geviertzoll Erdfäche die Entbindung von 1,75 Würfelzoll Sauerstoffluft in 24 Stunden berechnet wurde, welche in zwey anderen, ähnlichen Versuchen, bey demselben Verfahren, auf 1,968 (S. 326) und 1,5 Würfelzoll (S. 327) sich belief. Als Mittel aus diesen Versuchen ergibt sich, sagt der Verfasser, die Entbindung von 1,74 Würfelzoll Sauerstoffluft aus einem Geviertzolle bebaueter Ackerfläche, in 24 Stunden. —

Um kurz mich zu fassen, bemerke ich hier nur noch, daß der Verf. die Menge der in 24 Stunden, durch die Gesamtmenge der Gewächse unserer Erde, ausgehauchten Sauerstoffluft auf 57^{''}205,159'830,000 Würfelfuß (etwas mehr als 40 Billionen Würfelfuß im Mittel) berechnet; eine Menge Luft, von der die Gesamtmenge der Menschen, in eben dieser Zeit, nur $\frac{1}{1683}$ durch Athmungen verzehren.

Aber, es ist bekannt, daß Erden, ganz beson-

ders Damm - (und folglich Garten -) Erde bedeutend viel Sauerstoffluft einziehen, und während dieser Thätigkeit zugleich Kohlensäureluft, in beträchtlicher Menge, ausstoßen. Dies geschieht nun zwar in der gemeinen, freyen Luft sowohl als in der in Gefäße gesperrten; — aber, wie ungemein schnell und weit vertheilt sich nicht jene Säureluft in der freyen Luft, und, wie sehr häuft und sammelt dieselbe sich in verschlossenen — Luft, feuchte Erde und Pflanzen enthaltenden — Gefäßen! Diesen sehr wichtigen Umstand hat Hr. Muncke ganz unberücksichtigt gelassen, und hierin liegt der Grund des großen Fehlschlusses, den dieser geistvolle Forscher gemacht.

Verbesserungen.

S. 11. Z. 17 von oben statt hätte lies: hatte.

S. 13. Z. 5. von unten statt über die lies: über der

S. 15. Z. 11. von unten statt Luft des Behälters lies:
Luft des Behälters ohne Pflanzen.

S. 21. Z. 10. von unten statt so dass lies: indem.

Später nachgetragene Druckfehler.

S. 83. Z. 3. v. unten st. **vermindere** lies: **vermindern**.

S. 84. Z. 12. v. unten st. **Wasserluft** lies: **Wasserstoff-**
luft.

S. 96. Z. 12. v. unten nach **Luft** setze: **ab**.

S. 121. Z. 9. v. oben st. **dieses Verderbnisses** lies:
dieser Verderbnifs.

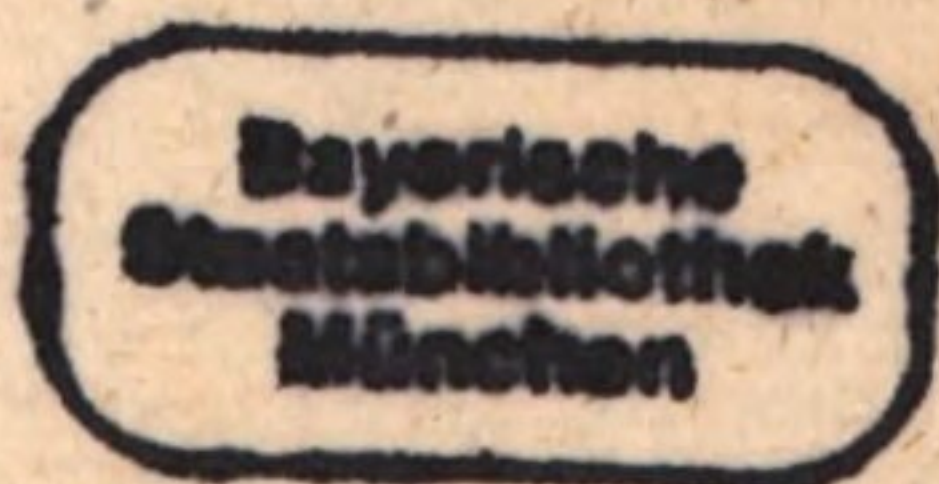
S. 154. Z. 13. v. oben st. **ausathmen** lies: **ausathmeten**.

S. 164. st. des Citat. 2) [gehörig zu der S. 165. gedach-
ten Abhandlung] setze man: **Ingenhouss**.
Vers. m. Pfl. 2 B. 217.

S. 177. Z. 16. v. oben vor **zugesezt** setze: **Schwefel-**
säure.

S. 212. Z. 7. v. unten st. **von ihnen abgesond.** lies:
durch sie ausgesondert.

S. 214. Z. 1. v. oben vor **erstere** setze: **ohne**.



Grischow, Carl Christoph

Beyträge zur chemischen Kenntniss des Pflanzenlebens

Bd.: 1

Leipzig 1819

BHS II F 19-1

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10707170-0